430.5
5531 / v.37
#18621

ISSN 0376—477X

中華農業研究

第三十七卷　第一期

目　次

33

應用花藥培養的稉稻育種（英文）……………………黄真生　蔡新聲　陳治官　陳正昌　葉常青　曾東海…1
稻品種間胴割粒率差異性之探討……………………………………趙政男…9
金香葡萄產期調節之研究Ⅰ、芽體分化與結實潛能之調查………王為一　徐信次…15
簡易澱粉膠體電泳裝置及其在同功異構酶上的應用………………陳福旗　李弘文…24
轉作田玉米生育特性及肥培管理Ⅰ、子實收量之期作間和土壤間差異及有關因素……………………………………連　深　王鐘和…32
坡地鳳梨園長期鳳梨殘株敷蓋之水土保持效益……………………鄭慶生…47
坡地夏季蔬菜園水土保持方法之研究………………………………鄭慶生　林昭雄…58
臺灣玉米煤紋病菌之生理小種（英文）……………………………葉忠川　蔡阿輝…68
豆類白粉病生態之研究………………………………謝麗娟　張義璋　簡錦忠…76
穗稻熱病引起水稻產量損失估計……………………………………蔡武雄…86
甘藍、包心白菜和包心芥菜之偽菜蚜和桃蚜防治基準之訂定……………李錫山…91
楊桃上柑桔葉蟎（*Panonychus citri* (Mc Gregor)）之發生及藥劑防治……………………………………………溫宏治…100

中華民國七十七年三月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究

第三十七卷　　第一期

中華民國七十七年三月出版

發行人：杜金池

總編輯：廖慶樑

編　輯：王俊雄　陳榮華

編審委員：

農藝組：蔡新聲（主審）
李良　呂宗佳　陳一心　黃眞生
劉大江　劉新裕　盧煌勝

園藝組：蕭吉雄（主審）
沈再發　林昭雄　施昭彰　徐信次
曹幸之　陳敏祥　劉政道

農化組：連深（主審）
李子純　李蘭帝　林錫錦

植病組：林益昇（主審）
林正忠　彭金騰　葉忠川　蔡財旺
簡錦忠

昆蟲組：羅幹成（主審）
李錫山　何琦琛　鄭允　鄭清煥

農機組：顏欽崇（主審）
梁連盛

特殊需要，另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 37, No. 1 March 1988

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, C. C. Tu

EDITOR IN CHIEF : C. L. Liaw

EDITORS : J. S. Wang; R. H. Chen

EDITORIAL BOARD :

S. Lian (Agri. Chemistry)
Y. S. Lin (Plant Pathology)
K. C. Lo (Applied Zoology)
C. H. Shaw (Horticulture)
H. S. Tsay (Agronomy)
C. C. Yen (Agri. Machinery)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

M. S. Chen	Y. S. Chen	C. H. Cheng	Y. Cheng
C. C. Chien	C. C. Her	C. S. Huang	H. S. Lee
L. D. Lee	T. S. Lee	T. J. Leu	L. Li
L. S. Liang	C. J. Lin	J. J. Lin	J. S. Lin
D. J. Liu	J. D. Liu	S. Y. Liu	H. S. Lu
J. T. Peng	T. F. Shen	J. J. Shy	S. T. Shyu
S. J. Tsao	T. W. Tsay	C. C. Yeh	

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Resarches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

Jour. Agric. Res. China (中華農業研究) 37(1): 1～8 (1988)

Japonica Rice Breeding Using Anther Culture[1]

C. S. Huang[2], H. S. Tsay[2], C. G. Chern[3], C. C. Chen[4]
C. C. Yeh[4] and T. H. Tseng[3]

Abstract: Anther culture was used in Japonica rice breeding two seasons a year in the past five years. The modified N6 medium was used for callus fromation and a differentiation medium for plant regeneration. About 67,000-159,000 anthers from F_1's of 25-36 rice crosses were inoculated to produce about 1,500-15,000 green plants per season for selection. Percentages of anther callusing ranged mostly from 21% to 31% and at most 66.6%. The number of crosses was later reduced to 2-3 to produce more than 13,000 green plants per season. The seed harvested from them were progeny-tested, and the strains established from the selected progenies were entered in yield trials. Although desirable recombinants were recovered in the progenies as expected, they generally appeared to be weak and lack of vigorous plant growth. In yield tests involving strains derived from anther culture and pedigree method, only 1-2 among 6 top-yielding strains were from anther culture. So far, 2 strains have reached the final selection and got into regional tests. It took only 3 seasons to complete a breeding cycle by the anther culture, saving 1/4-1/2 and 2/5 in average the time needed.

It has been almost twenty years, since the first success in the production of green plants from pollen by using anther culture (AC) in rice (Niizeki and Oono, 1968). Segregation, independent assortment and recombination of marker genes in anther-derived progenies could be expected as those obtained in the ordinary F_2 populations(Chen, 1984; Chen *et al.*, 1983a, b and Chen *et al.*, 1983b). However, various mutations occurred after this in-vitro procedure as reported in many mutagenic treatments, although two thirds of the AC progenies were genetically identical (Oono 1975) and 84% had a grain yield equal to the control (Shaeffer *et al* . 1984). The AC_1S_1 lines obtained from anther culture of Tainung 67 yielded equal with those from the mother variety, except 5.8% that had a distinctively lower yield due to the segregation and lowering of seedset percentage and panicle weight (Huang *et al.*, 1985). The strain group of rice derived from anther culture showed no significant yield difference from the strain group developed from ordinary pedigree method in the first rice crop but not in the second crop due to lower seedset percentages and panicle weight in the AC group (Huang *et al.* 1986). Taking the advantage of fairly high percentages of callus formation in Japonica rice,

1. Contribution No. 1384 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Senior researchers, 3: Associate researchers, and 4: Assistants of Agronomy Department, TARI, Wufeng, Taiwan 41301. ROC.

anther culture has been adopted in rice breeding in Taiwan since 1980 collaborated closely with tissue culturists. The results of our efforts on the application of this line of biotechnology in rice breeding will be evaluated here.

Materials and Methods

Hybrid materials used for anther culture

Tainung 67, that showed a breakthrough in grain yield and many other traits, is now grown on 60%-70% of paddy fields in Taiwan. Since its development, the objectives of rice breeding have been concentrated on the improvement of disease and insect resistances and rice qualities of this variety. Many resistance genes existed in Indica varieties have been or are being transferred to Tainung 67 by backcross method. The developed new lines from it generally possessed the Tainung 67 genetic background having only one resistance to a disease or insect that was independently transferred by a separate backcross breeding program. Anther culture has been used to combine these resistances and other desirable traits as the next step of rice breeding. Since Tainung 67 was used as the material for screening the media necessary for anther culture by our tissue culturists, the callusing and regeneration percentages generally reached a fairly acceptable level.

Anther culture technique

The hybrid materials used for anther culture were prepared and selected by the breeders each season. Only the most promising crosses were selected and used. The tissue culturists took the young panicles for anther culture in the generations of F_1, stubble F_1 and BC_4F_1 or BC_5F_1. Only single cross F_1's were used after 1984 (Table 1). The young panicles having uninucleate microspores, as indicated by a distance of 3-5cm between the auricles of the flag leaf and the next lower leaf, were taken, sterilized with 70% alcohol for 30 seconds then with a 0.5% solution of sodium hypochlorite for 3 mi-

Table 1. Results of anther culture (AC) in the past 5 years.

AC year & season	AC generation	No. of crosses	Anthers inoculated	% of calli	Green plants	
					Num.	100 anthers
1982-II	F1, BC4F1	25	67,291	31.1	1,567	2.3
1983-I	F1(stub.)	38	159,104	23.7	2,591	1.6
1983-II	F1, BC3F1	33	107,743	21.5	4,517	4.2
1984-I	F1, BC4F1	36	143,820	16.7	1,988	1.4
1984-II	F1, BC5F1	25	148,531	26.6	11,692	7.9
1985-I	F1	18	151,123	21.0	15,147	10.0
1985-II	F1	10	110,897	11.9	16,986	15.3
1986-I	F1	9	119,700	24.7	13,183	11.0
1986-II	F1	2	110,666	66.6	13,527	12.2

Stub.: including stubbles.

nutes, and finally washed with sterilized water for 3-4 times. The young anthers were plated on the modified N-6 medium (Chen *et al.*, 1982) for about four weeks in the dark for callus formation. Young calluses that reached about 2mm in size were transferred to the differentiation medium for plant regeneration for about two weeks (Chen *et al.*, 1982). The differentiated plantlets were transferred to the MS medium for subsequent growth for about 14-20 days. Then, the plantlets, removed from test tubes, were thoroughly washed and sterilized with a 1/1000 solution of Benomyl powder about three minutes, finally transplanted to a sterilized peat and soil mixture in a 3 : 1 ratio. The seedlings continued growth in a growth chamber at a 25°C day temperature for 16 hours and at a 20°C night temperature for 8 hours with continuous 3,000 lux illumination for 4-7 days before moving into greenhouse.

Selection and yield testing

The AC_1S_0 plants, that were later transplanted to a paddy field, received investigation by tissue culturists and also by breeders. The breeders selected only desirable plants or the doubled haploid that looked promising and discarded all other undesirable plants. No effort was made to double the chromosome number of those promising haploid plants. The chimeric panicles or branches that set seed were also selected for progeny testing. The seed harvested from each of AC_1S_0 plants were divided into 5-7 portions for progeny testing, including the test for disease and insect resistances cooperated with the scientists of related disciplines at different stations. Those uniform and acceptable AC_1S_1 lines were individually harvested to establish strains for yield testing in the next generation or AC_1S_2. The acceptable lines but still not uniform would receive once more the progeny test in the AC_1S_2. The individual District Agricultural Improvement Station (DAIS) conducted observational and preliminary yield trials for one or two seasons and the advanced yield trial at least for one year. The strains that reached the final selection were recommended to regional tests at seven sites scattered all over the island and conducted by 6 DAIS's for two years. Only the superior entry attested in these tests can be recommended for registration.

Results and Discussion

The number of rice crosses used for anther culture in 1982 was 25, then increased to 36 and dropped to 2 in 1986 (Table 1). The number of anthers inoculated was always more than 100,000 per season except in 1982. The percentage of callus formation ranged mostly between 15%-30% at most 66.6% in 1986, while the number of green plants obtained each season varied greatly from several thousands to more than 15,000 (Table 1). Since the green plants obtained each season during the first four years reached only several thousands with the number of crosses ranging between 25 and 38, the number of green plants per cross obtained was less than 200. The number of doubled haploid plants selected each season was much smaller, far away from the ideal number 2,000-5,000 per cross. Therefore, the number of crosses used each season was gradually reduced to 2-3 after 1985, so that doubled haploid plants per cross selected each season could reach the ideal number. Since very limited number of crosses were allowed to be

anther-cultured, only the most promising crosses were chosen as the materials.

The number of doubled haploid plants in the AC_1S_0 selected each season varied from 230 to 3,460 mostly around 1,500. The percentages of selected green plants reached about 30% in the first three seasons and dropped to about 10% in the latest three seasons (Table 2). This change coincided with the change of anther percentage that produced green plants(Table 1). The higher percentage of anthers that produced green plants, the lower the percentage of doubled haploid or AC_1S_0 plants obtained. The reason for this coincidence is not known. It might be caused by the cold treatment or storage in a refrigerator of the young panicles before inoculation of anthers. Most of the AC_1S_1 looked uniform in agronomic traits, although a low frequency of them appeared to be segregating. In the AC_1S_2, almost all lines were uniform in agronomic characters except a low frequency of lines that continued to segregate the plants having poor seedset. One thing worth to note is that the recombinant types of blast disease and brown planthopper resistance appeared in the AC_1S_2 lines as expected. There was no difficulty in selecting the desirable recombinants except plant types. Most of AC lines appeared to be weak and lack of vigorous plant growth probably due to their very strict homozygosity.

Table 2. Numbers of the plants and lines derived from anther culture of rice in different generations in the past years.

AC year & season	AC_1S_0 plants			AC_1S_1 line		AC_1S_2		Yield trial	Regional test
	Num.	Select.	%	Num.	Sel.	Pl.	Sel.		
1983-I	2,591	230	8.9	230	61				
1983-II	4,517	1,361	30.1	1,361	107			107	1
1984-I	1,988	590	29.7	590	135	214	13	93	1
1984-11	11,692	3,460	29.6	3,460	486	41	5	504*	(not yet)
1985-I	15,147	1,531	10.1	1,531	160	273	33	106	
1985-II	16,986	1,474	8.7	1,474	366	225	77	467*	
1986-I	13,183	1,692	12.8	1,692 (not yet)					
1986-II	13,527 (not yet)								

*=Tested at 4 locations in the central and northern Taiwan.

Pl.=planted; Sel.=selected.

In 1984, 62 rice strains selected from anther culture were yield-tested with 61 strains selected from ordinary pedigree method. The two strain groups, although derived from different cross origins were under the same nature of breeding project, showed a similar yield performance in the first (spring) crop but not in the second (autumn) crop. Some AC strains tended to segregate the plants low in seedset percentage and panicle weight in the second crop. Thus the number of high-yielding strains in the AC group was much lower than the group selected by pedigree method (Huang *et al.*, 1984). Table 3 shows the mean yield comparison of 6 top-yielding strains of these

Table 3. Mean yield comparison of six top-yielding rice strains and their breeding methods (t/ha, 1984).

Strain No.	First crop		p=5%	Strain No.	Second crop		p=5%
	Method	Yield			Method	Yield	
3840	P	7.697	a	4776	P	7.384	a
3583	P	7.540	a	4067	P	7.377	ab
4215	P	7.522	a	4939	P	7.064	abc
3839	P	7.421	a	3556	P	6.979	abc
4435	AC	7.340	a	3571	P	6.949	abc
4393	AC	7.317	a	4510	AC	6.882	abc
TNG67	CK	6.822	b	TNG67	CK	6.164	c

P=Selected by pedigree method, among 62 (1st crop) and 38 (2nd crop) strains.
AC=Selected by AC, among 62 (1st) and 18 (2nd) strains.

yield tests. Only two and one among 6 top-yielding strains were from anther culture, respectively, in the first and second crops (Table 3). The yield differences between those top-yielding AC and pedigree strains were not significant, only the frequency of AC strains was lower. In the ordinary pedigree method, the desirable genotypes can be accumulated during the course of artificial selections practiced in the F_2-F_5, while no such selection or accumulation is possible by using the AC method, since the hybrid is fixed and the selection is practiced immediately after the AC. Automatically the frequency of desirable genotypes will be much lower.

Starting from 1986, a rice breeding team consisting of all rice breeding stations was established to work together for cooperated breeding efforts in Taiwan. Taiwan Agricultural Research Institute (TARI) and Chiayi Agricultural Experimental Station (AES/TARI) take in charge of breeding work on Japonica rice including anther culture (TARI only), while Taichung DAIS in Indica rice breeding. Each of all DAIS's is allotted several rice testing programs such as yield trials and disease or insect resistance testp depending on the nature of the tests and district specialities. The rice strains deve-

Table 4. Number of AC rice strains tested in different levels of yield trials after 1986.

Location	1986 crops			1987 1st crop OYT
	AYT	PYT	OYT	
Taoyuan	5	28	145	120
Taichung	—	—	—	117
Hwalien	3	19	129	—
Lanyang	7	56	158	115
Total	15	103	432	352

AYT=Advanced yield trial. PYT=Preliminary yield trial. OYT=Observational yield trial.

loped by TARI are sent to four northern DAIS's and those developed by Chiayi AES/ TARI are to the southern three DAIS's for yield tests. The number of AC strains sent by TARI to DAIS are shown in Table 4. They were simultaneously sent to different stations for testing disease and insect resistances, rice quality and other necessary traits.

There have been, so far, two AC strains reached the regional yield tests, namely TNGY 6696 and 50727. The performance of TNGY 6696 in regional tests was rather disappointing (Table 5), although it is resistant to the blast and brown planthoppers. It is hoped that the next strain, TNGY 50727, that entered in the regional tests in 1987 will perform better. The results of this strain in advanced yield trial are shown in Table 6. The chronological history in developing the two rice strains is shown below.

Table 5. Performance of the first AC strains in regional tests (average of 7 sites in 1986).

Crop	Entry	DAT	Pl. hgt. (cm)	Grain yield		Remarks
				(kg/ha)	(%)	
I	TNGY6696 (AC)	125	110	5,717	93.6	BL, BPH resist.
	TNG67 (CK)	127	103	6,110	100	BL, BPH suscept.
II	TNGY6696 (AC)	109	109	4,101	91.0	
	TNG67 (CK)	111	99	4,509	100	

DAT=Days after transplanting to harvest.

Table 6. Performance in the advanced yield trial of the second AC strain, TNGY 50727, to be entered in the regioanl tests (1985, TARI).

Crop	Entry	DAT	Pl. hgt. (cm)	Grain yield		Remarks
				(kg/ha)	(%)	
I	TNGY50727 (AC)	121	95	6,975	99.4	BL, BPH resist.
	TNG67 (CK)	121	101	7,020	100	BL, BPH suscept.
II	TNGY50727 (AC)	104	109	5,281	100.4	
	TNG67 (CK)	104	109	5,260	100	

DAT=Days after transplanting to harvesting.

	TNGY6696	TNGY50727
Strains :	TNGY6696	TNGY50727
Parents :	HCW4//F_4(TNG67^2/CNY243)/// TNGY8814/CNY252////TNG67^5/ Tetep//TNG67^5/Dawn	TNGY8005//F_2(TNG67_4/Tetep)
Anther culture :	F_1, 1983 2nd(II) crop	F_1, 1983 1st(I) crop
AC_1S_0	1984 I	1983 II
AC_1S_1	1984 II Line	1984 I Line
AC_1S_2	1985 I Preliminary YT	1984 II Preliminary YT
AC_1S_3	1985 II Advanced YT	1985 I Advanced YT

AC_1S_4	1986 I Regional tests	1985 II Advanced YT
AC_1S_5	1986 II Regional tests	1986 I Advanced YT
AC_1S_6	1987 I Regional tests	1986 II Advanced YT
AC_1S_7	1987 II Regional tests	1987 I Regional tests

The F_1 of TNGY 6696 was anther-cultured later than that of TNGY 50727 for one season but was entered to regional tests earlier than that by one year. This was primarily due to the difference in the number of generations spent for yield trials. Starting from the F_1, both strains took three seasons to get into the preliminary yield trial regardless of when the anther culture was made. In the ordinary cross breeding, this period or a breeding cycle generally takes 5 or 6 and at least 4 seasons in Taiwan. Therefore, we can save 1/4 to 1/2 in average 2/5 of the time necessary to obtain pure lines from the F_1 hybrids. In the cross breeding using rapid generation acceleration (RGA) method, 3 generations can be advanced in one year. Since 5 or 6 generations are needed to complete a breeding cycle, it still takes longer time than the anther culture method to complete a breeding cycle.

References

Chen, C. C. (1984). Utilization of microspore-derived plants for genetic analysis in rice. *Rice Genetic Newsletter* 1 : 137-138.

Chen, C. C., W. L. Chiu, L. J. Yu, S. S. Ren and W. J. Yu. (1983a). Genetic analysis of anther-derived plants of rice: independent assortment of unlinked genes. *Can. J. Cytol.* 25 : 324-328.

Chen, C. M., C. C. Chen and M. H. Lin. (1983b). Genetic analysis of anther-derived plants of rice. *J. Hered.* 73 : 49-52.

Chen, L. J., P. C. Lai, C. H. Liao and H. S. Tsay. (1982). Medium evaluation for rice anther culture. P. 551-552. *In* Fujiwara, A., ed., Plant Tissue Culture, 5th Intl. Cong. Pl. Tissue and Cell Culture, July 11-16, Tokyo, Japan.

Huang, C. S., H. S. Tsay and C. G. Chern. (1985). Genetic change of rice variety induced by anther culture. *J. Agrl. Res. China.* 34 : 237-242 (in Chinese with English summary).

Huang, C. S., H. S. Tsay and C. G. Chern. (1986). Application of anther culture to Japonica rice breeding. *In* Napompeth and Subhadrabandhu ed., New Frontiers in Breeding Researches, Proc. 5th Intl. Cong. SABRAO, p. 103-112.

Niizeki, K. and Oono. (1968). Induction of haploid rice plant from anther culture. *Proc. Jpn. Acad.* 44 : 554-557.

Oono. K. (1975). Production of haploid plants of rice (*Oryza sativa*) by anther culture and their use for breeding. *Bull. Natl. Agrl. Sci.* Series D, No. 26, p. 139-222, Tokyo (in Japanese with English summary).

Schaeffer, G. W., F. T. Sharpe, Jr. and P. B. Cregan. (1984). Variation for improved protein and yield from rice anther culture. *Theor. Appl. Genet.* 67 : 383-389.

應用花藥培養的粳稻育種[1]

黃眞生 蔡新聲 陳治官 陳正昌 葉常青 曾東海[2]

摘 要

以改良N 6 培養基誘導癒合組織之形成而分化培養基引發植株之分化，將花藥培養應用於粳稻育種，每年二期作，繼續五年。每期作從25～36雜交組合第一代雜種取約 67,000至 159,000個花藥，培養得約1,500～15,000綠色植株。癒合組織之形成變異於 21%至31%之間，最高有 66.6%。每期作所用之組合數後來減少至２～３ ，並培養 13,000 以上之綠色植株。由此等植株所得種子用於後裔檢驗及篩選。當選的後裔成立爲品系，列入於產量比較試驗。如所預料，重組的基因型出現於後裔，但這些品系多數顯示軟弱缺乏旺盛的生長力。花藥培養品系與譜系法育成品系一起參加產量試驗，６個最高產品系中只有１～２品系來自花藥培養。至目前爲止有２品系通過產量比較試驗，進入區域試驗。應用花藥培養只需三期作即可完成育種一個循環，節省時間約¼至½，平均約⅖。

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1384 號

2.臺灣省農業試驗所農藝系研究員、研究員、助理研員、助理、助理、助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(1)：9～14（1988）

稻品種間胴割粒率差異性之探討[1]

趙 政 男[2]

摘要 以引自日本良質米品種豐錦等78個，加上本省推廣栽培品種臺農70號等6個，共計84個為供試品種。在栽培管理與收穫調製力求均一之條件下，探討胴割粒率在水稻品種間之變異情形。初步結果顯示胴割粒率在水稻品種間有極大之差異存在，其變異範圍自2.0%至71.33%，而以介於2.0%到10.0%之間者佔多數，計有30品種，佔供試品種數之 35.7%。就各類胴割模式在供試品種內之出現頻率而言，以第一、二級模式出現之比率最高分別為 100%與97.6%。而以第四級模式出現的比率最低僅有 8.3%。若就同一品種上所出現之胴割模式數而言，則以出現一種及六種等二者為最低分別有2品種佔2.38%，而以出現3種者為最高，有41品種佔 48.81%。顯示除胴割粒率在水稻品種間存有明顯之差異外，各類胴割模式之出現頻率及在同一品種上所出現之胴割模式數，因品種別亦有很大之差異。由是推論，欲在水稻品種間實施低胴割粒率之篩選，以降低碎米率來提高完整米率，其成效是可預期的。

據國際稻米研究所（IRRI）之研究調查結果指出，稻谷自成熟收穫至調製精白米這一過程中約損失總產量之10～37%。而此等損耗中，又以碾製精白米時因碎米率之增加損失達2～10%，居各項損失因素之首位，其量不可謂小[(3)]。而碎米率與完整米率之高低是決定稻米商品價值與食用品質之主要因素[(2)(11)(13)]。因此如能降低碎米率來提高完整米率，則無形中可增加白米之商品量，且可提昇白米的商品價值與食用品質。故如何減少碎米率，以提高完整米率，便成為整個水稻良質米生產栽培過程中不可忽視的一環。

胴割粒（Cracked Kernel）是造成碎米率增加，導致碾米率與完整米率降低之主要原因之一[(1)(6)]。胴割粒之形成要因，往昔均認為係受收穫時期[(7)(9)]，收穫時之機械打傷[(1)(8)]，乾燥不當（高溫與急速乾燥）[(2)(4)(7)(14)(15)]，及稻谷含水量[(5)(12)(13)]與儲藏環境（乾燥後再度吸水受潮）[(1)(5)]等外在因子之影響。但由於稻米之理化學特性，尤以澱粉顆粒之排列方式，品種間互有差異，導致稻米品質有軟、硬質之分[(6)]。因而推測胴割粒之發生與品種本身等內在因子亦可能存有密不可分之關係。本試驗之主要目的乃在探討水稻品種間胴割粒之變異情形，以提供良質米品種之選育及其栽培管理與收穫調製時之參考。茲將本分所於民國七十六年第一期作之初步觀察所得結果整理報告於後。

材料與方法

以引自日本的良質米品種豐錦等78個，加上本省推廣栽培品種臺農70號等6個，共計84個為供試品種。所有供試品種均屬短圓粒型的梗稻品種。採隨機排列重複2次，每品種種植3行，每行10株，行株距25×20公分。生育期間之栽培管理均依一般慣行法實施，各項工作在品種間力求一致。胴割粒

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1385 號。
2.本所嘉義分所農藝系助理研究員。臺灣省 嘉義市。

之調查方法係於稻谷成熟收穫後利用日晒法，乾燥 2－3 天，直至稻谷含水量爲13—14度時，隨即貯存於具有空氣調節設施常溫爲 25°C 之貯藏室內，待測試時再取出。測試時先以 Satake 碾米機依一般方法脫殼碾成糙米，而後每品種各取充分成熟的糙米 500粒供檢定。所用胴割粒檢定器爲日本製「胴割—チエツカ—DC50 型」。胴割模式（胴割等級）之劃分，除比照1984年日本岩手食糧事務所編撰之玄米調製指導指針上所訂定之標準外 (10) ，再依實際斷裂情形訂定如下：

1 級：谷粒上呈現有橫斷紋一條，且該斷紋沒有將谷粒完全橫割，龜裂程度歸屬輕度。如圖1. a

2 級：谷粒上呈現有橫斷紋一條，且該斷紋已將谷粒完全橫割，龜裂程度歸屬中度。如圖1. b

3 級：谷粒上呈現有橫斷紋二條，龜裂程度歸屬重度。如圖1. c

4 級：谷粒上呈現有橫斷紋三條或三條以上，龜裂程度歸屬重度。如圖1. d

5 級：谷粒上沒有橫斷紋，僅有縱裂紋一條或一條以上，龜裂程度歸屬重度。如圖1. e

6 級：谷粒上同時有橫縱裂紋出現，且相互交錯或呈Y字型者，龜裂程度歸屬重度。如圖1. f。

（圖1.胴割模式）

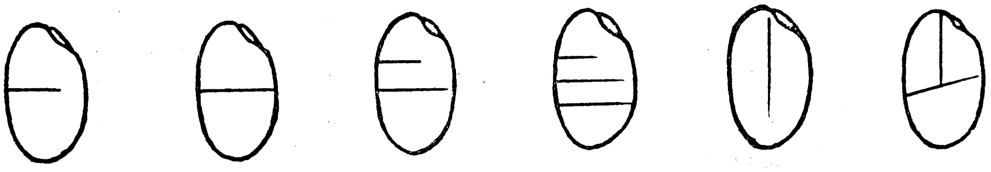

圖1. 稻米胴割模式圖

Fig. 1. Model of cracked rice kernel

結果與討論

稻品種間胴割粒率之變異，經初步調查結果如表一，其變異範圍由2.0%到71.33%。顯示胴割粒率在品種間有極大之差異存在。1982年日人倉澤文夫 (8) 亦有類似報告提出。在供試的 84 個品種中，零胴割粒率者完全沒有，即所有供試品種均或多或少都有胴割粒發生。其中胴割粒率在 5 %以下者有 SaSanisiki 等14品種，佔供試品種數的16.7%。介於5.1%至10.0%者有16品種，10.1%至20.0%者有25品種，20.1%至 30.0%者有14品種， 30.1%至 40.0%者有 8 品種， 40.1%至50%者有 4 品種，50.1%以上者有 Satohonami 等 3 品種，而以 Kyukei-190 最高達 71.33%。各供試品種之胴割粒率以介於2.0%至 10.0%間者佔多數，計30品種，佔供試品種數之35.7%。就各品種重復間胴割粒率變異性之分析結果（表一），顯示低胴割粒率的品種，在重複間取樣時其變異係數有高於高胴割粒率品種之趨勢。即低胴割粒率品種在取樣時之變異性大於高胴割粒率品種。由以上結果除顯示胴割粒率在品種間有極大之差異外，推論欲在品種間實施低胴割粒率之篩選，以降低碎米率，來提高完整米率，其成效是可預期的。

欲判定水稻品種間因胴割粒對碾米品質影響程度之輕重，僅由上述胴割粒率來判別，似尚嫌不足。因雖同樣爲胴割粒，但在胴割米粒上所呈現之裂紋數或胴割模式，即其龜裂程度，不但品種間彼此有所不同，即使在同一品種之各個胴割米粒上亦有相當之差異。且在同品種上所出現之胴割模式數因品種別亦不一。日本食糧廳首先依米粒上所發生的胴割模式與胴割程度劃分成數等級。故欲判別水稻品種間因胴割粒對碾米品質影響程度之輕重，除由上述胴割粒率之高低來加以判別外，對於品種間各類胴割模式之出現頻率，以及在同一品種上所發生之胴割模式數，亦應一併加以考慮。筆者除比照1984年日本岩手食糧事務所所訂定之標準外 (10) ，再依本省谷粒之實際斷裂情形劃分成六等級（如圖1

表1. 稻品種間之胴割粒率及其變異係數

Table 1. The percentage of cracked kernel and the coefficient of varieation of rice varieties

Cracked kernel percentage (%)	2.0～5.0	5.1～10.0	10.1～20.0	20.1～30.0	30.1～40.4	40.1～50.0	50.1～71.33	Total
Variety	Sasanisiki (23.75) Hatsunisiki (21.60) Nakate shinsenbon (29.79) Mutsunisiki (20.85) Saikai-PL3 (20.85) Saikai-PL4 (28.31) Sinre (23.52) Chidori (17.34) Toyonisiki (24.58) Hatsukaori (25.97) Minaminisiki(17.35) Akihare (0) Tamahonami(17.85) Hayahikari (I)(17.35)	Kosihikari (12.45) Hatsuhosi (17.79) Koganekachi(27.31) Wakagoma (24.38) Saikai-PL2 (32.17) Fukunisiki (23.64) Kusafue (22.77) Asominori (17.35) Sasaminori (11.76) Biwahikari (18.88) Yamahosi (9.24) Nihonbare (32.86) Harebare (14.04) Asaake (14.94) Hosinohikari(14.59) Aichi 37 (22.24)	Kiyonisiki (19.72) Fukuhikari (10.48) Akihomare (26.22) Inehawase (13.69) Toride 1 (23.14) Kyukei-189 (22.11) Akitsuho (7.01) Sizuhikiri (15.19) Kosinisiki (8.33) Sitsutama (17.79) Satohomare (8.90) Takanishiki (6.75) Tomoyutaka (11.14) Nisiminori (24.85) Hatsushimo (10.30) Hayahikari (II)(17.35) Homare (16.53) Naganohomare(16.80) Yamabiko (20.84) Yukara (16.69) Akihikari (12.46) Aichi 37c (10.61) Tainung 70 (6.51) Chianung242 (8.92) Tainung 67 (8.20)	Akebono (10.59) Hokuriku 100(12.33) BL 1 (9.23) Pino. 4 (15.45) Hakugyoku (16.14) Kabasiko (10.29) Oseto (7.37) Fuziminori (10.87) Mutsuhonami(5.20) Koufu (11.57) Miyamanisiki(8.67) Taichung 189 (8.21) Tainan 9(8.10) Tainung 68 (3.23)	Kochihibiki (7.37) Kotominori (12.61) Sachiwatari (10.70) Todorokiwase(16.42) Natsuhonami(10.42) Yamayutaka (13.75) Taitofu (10.87) Aosora (11.50)	Akiyutaka (10.88) Shasenkiri (3.79) Hendoyori (5.78) Hatsuaki (10.76)	Satohonami (10.26) Hieri (6.91) Kyukei-190 (5.03)	
No. of Varieties	14	16	25	14	8	4	3	84
Percentage (%)	16.7	19.0	29.7	16.7	9.5	4.8	3.6	100.0

Remark : (1) Hayahikari (I) : from Taichung DAIS.
Hayahikari (II) : from Japan.
(2) Numbers in parentheses denote C. V. (%)

）。首先就各類胴割模式在供試品種上之出現頻率而言，其結果如表二，由表中可看出，呈一級模式出現者高達百分之百，即所有供試品種上均有第一級胴割模式之發生。其次爲出現第二級胴割模式者有82品種佔供試品種數之97.6%，三級者有63品種佔75.0%，四級者有 7 品種佔 8.3%，五級者有 8 品種佔 9.5%，六級者有24品種佔28.6%。由以上結果顯示各類胴割模式之出現頻率供試品種中存有很大之差異，即胴割粒龜裂程度之輕重，品種間亦有明顯差異。因而在良質米之篩選上，除了要求胴割粒率低外，對於所發生之胴割模式（胴割等級）亦不能不加注意。各供試品種中之胴割粒以呈一、二級模式出現者最高，而以呈四級模式出現者最低，且 1 、 2 、 3 級胴割模式之出現頻率又遠高於 5 、 6 級兩種胴割模式，依此推論短圓型稉稻（所有供試品種均屬此類型）若發生胴割粒，則其胴割模式呈橫割狀者，顯較呈縱裂狀者爲多。且以呈現一、二條橫斷紋模式者居多。至於稻型不一之秈稻或長粒型稻之胴割粒是否呈現相同模式，則有待更進一步的探討。

表2. 各級胴割模式出現頻率表

Table 2. The occurrence frequency for each cracked model

胴割模式 Cracked model	1 級 Model 1.	2 級 Model 2.	3 級 Model 3.	4 級 Model 4.	5 級 Model 5.	6 級 Model 6.
出現品種數 No. of varieties	84	82	63	7	8	24
出現頻率 Frequency	100.0	97.6	75.0	8.3	9.5	28.6

至於在同一品種上所出現之胴割模式數，其調查結果如表三，由表中可看出，在同一品種上僅出現一種胴割模式者有 2 品種佔 2.38%，出現 2 種胴割模式者有16品種佔19.05%，3 種者有41品種佔48.81%，4 種者有17品種佔20.23%，5 種者有 6 品種佔7.14%，6 種全都出現者有 2 品種佔2.38%，由以上結果顯示出，在同一品種上所出現之胴割模式數，品種間亦有很大之差別。雖然在同一品種上所出現胴割模式種類之多寡與該品種胴割粒龜裂程度之輕重，並不一定具有絕對關係。但至少顯示出，若在同一品種上所出現之胴割模式種類愈多，其胴割粒發生重度龜裂之機率亦相對之增加。因而在良質米之篩選上有關胴割模式之種類儘可能以少爲佳，以降低胴割粒發生重度龜裂的機率。

表3. 在同一品種上所出現之胴割模式數

Table 3. Number of cracked model discovered on the same variety

胴割模式數 No. of cracked model	1 種 one	2 種 two	3 種 three	4 種 four	5 種 five	6 種 six	合計 Total
品種數 No. of varieties	2	16	41	17	6	2	84
百分率 Percentage (%)	2.38	19.05	48.81	20.23	7.14	2.38	100.0

綜合以上結果可看出，胴割粒率不僅在品種間有極大之差異存在，就各級胴割模式之出現頻率以及在同一品種上所顯現之胴割模式數因品種別也都有明顯之差異，由是推論欲在品種間實施低胴割粒率之篩選，以降低碎米率來提高完整米率，其成效是可預期的。

胴割粒在日本稻米品質分級上，被列爲重要調查項目之一，其一等米的完整米率要在70%以上，而被害粒（包括胴割粒）、死米、着色粒及異品種、異物等又不能超過15% (10) 。可見胴割粒率在

本稻米品質分級上所佔之重要性。本省高品質水稻品種之選育與品質分級工作，目前尚處於起步階段，爲選育高品質品種及提供日後稻米品質分級實施之需要，篩選出零胴割粒率或低胴割粒率的品種，以降低碎米率來提高完整米率是有其必要性。因而未來在良質米之篩選目標上，似應再增加胴割粒率一項，而對於良質米之選育，除了應以零胴割粒率或低胴割粒率爲主要篩選目標外，有關胴割粒的胴割模式及在同一品種上所出現之胴割模式數也均應列入篩選目標上。

誌　謝

本試驗進行中承本分所農芸系主任陳一心博士之多方鼓勵與指導，文成後復蒙斧正，謹致謝意。

引用文獻

1. 汪呈因 (1955)　稻作學　臺灣省立農學院　P. 66-77.
2. 蕭世民 (1963)　稻谷之乾燥與貯藏　農林廳種苗繁殖場
3. 陳貽倫 (1981)　稻谷胴裂與碾米損失　農業工程學報27(1)：40—47
4. 林政衛 (1961)　稻の早期栽培と早植栽培　養賢堂　P. 265-267.
5. 長戶一雄等 (1964)　胴割米の發生に關する硏究　日作紀33：82—89
6. 長戶一雄 (1973)　米の品質について　日作紀42：238—257
7. 熊野誠一 (1976)　これからの米の品質と肥培管理および收穫改善　農業及園藝51(4)：28—34
8. 倉澤文夫 (1982)　米とその加工　建帛社　P. 60-63.
9. 田守建夫 (1972)　水稻の刈取適期の判定法　農業及園藝47(5)：767—768
10. 玄米調製指導指針 (1984)　岩手食糧事務所監修，岩手縣農產物改良種苗中心　P. 1-57.
11. Desikachar, H. S. R. and V. Subrahmanyan. 1961. The formation of cracks in rice during wetting and its effect on the cooking characteristics of the cereal. Cereal Chem. 38：356-264.
12. Esmay, M., Soemangat, Eriyatmo and A. Phillips. 1979. Rice Postproduction technology in the tropics. Univ. of Hawaii Press, Honolulu, Tawaii.
13. Geng, S., J. F. Williams and J. E. Hill. 1984. Harvest moisture effects on rice milling quality. Calif. Agric. 38：11-12.
14. Henderson, S. M. 1954. The causes and characteristic of rice cracking. rice J. 57(5)··16-18.
15. Steffe, J. F., R. P. Singh and G. E. Miller, Jr. 1980. Harvest, drying and storage of rough rice. *In* Rice: Pnbl. Co., Westport, Connecticut.

Studies on the Occurrence Frequency of Cracked Kernels in Rice[1]

Cheng-Nan Chao[2]

Summary

Cracked kernel is an important factor affecting the broken rate of milled rice. Therefore, selecting rice variety with lower percentage of cracked kernel for cultivation is an effective measures to improve the marketing value and cooking quality of rice. In the present study, 84 Japonica rice varieties were cultivated under uniform conditions and the percentages of cracked kernels were investigated. Significant difference in the occurrence rate of cracked kernel, ranging from 2 to 71.33%, were observed among the tested varieties. Thirty varieties, or 35.7% of total, showed a cracking percentage below 10%. Based on the appearance of the cracked kernels, cracking types could be divided into 6 models (refer to Fig. 1). The cracking type belonging to model 1 could be discovered in all varieties while models 2, 3, 4, 5 and 6 existed in 97.6, 75.0, 8.3, 9.5 and 28.6% of the tested varieties, respectively. Furthermore, most varieties showed a combination of more than one type of cracked kernels. Experimental results suggested that selecting varieties with lower percentage of cracked kernels for rice improvement should be applicable.

1. Contribution No. 1385 from Taiwan Agricultural research Institute.

2. Assistant agronomist, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi , Taiwan, R. O. C.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 37(1)：15～23 (1988)

金香葡萄產期調節之研究

I．芽體分化與結實潛能之調查[1]

王為一　徐信次[2]

摘要　本試驗利用解剖顯微鏡觀察彰化縣二林鎮金香葡萄春季所萌結果枝上2－9節芽體分化之過程及其結實潛能，以配合生產釀酒葡萄之產期調節作業，提高釀酒原料之品質，結果發現：花穗原始體於春季萌芽後45天內（即花期）開始形成，且基部起5節與6－8節之芽於往後的30天及60天內大致完成數的分化，而花穗原始體之發育則要延續到7月15日始停止，此時花穗原始體數的分化以第6、7、8及9等四節為最多；花穗原始體大小的發育，以6、7、8等三節為最好。因而芽體結實潛能亦以第6、7、8等三節為最大。但因新枝上芽體結實潛能普遍低下，若以現行的栽培管理法進行落葉修剪促成栽培，單就芽體結實潛能評估夏秋二季可能的產量分佈，僅有10%成功與20%得到一次正常產量與一次中等產量之希望，另有10%得到兩次中等產量與30%僅得一次中等產量之可能，更有甚者，尚須冒30%只得極低產量的風險。此外，熱積溫亦不能滿足二收之需要，因此筆者不建議繼續推廣現有的產期調節法，而建議進行整枝與棚架型式的研究，諸如 Lyre 系統，以改進葡萄園樹冠獲得最大的有效光合作用。好在夏或秋季一次收穫高產量及高品質之釀酒原料葡萄。

二林鎮金香葡萄採水平棚架整枝，以2×1公尺行株距種植，由於種植密度太大，因此每年夏季採果完畢後，均將所有結果枝與結果母枝在近樹冠基部剪除，重新培養結果母枝，以為來年生產之用。此種每年修剪兩次卻只生產一次，俗稱「理光頭」的獨特栽培法已有20年的歷史，一直維持極高（約40—50公噸／公頃），但果實品質並不高 (13—14 Brix) 的產量。因此近年來研究人員開始採行一年二收的促成栽培修剪法，期以分散產量的方式，達成提高釀酒葡萄原料品質之目的。然卻因夏季促成栽培修剪後，所萌新梢無花穗或所結果穗過小，產量過低，且第二年因近基部芽體所萌新梢結實潛能偏低，嚴重影響產量而告失敗，查其原因，雖可能與一期產量過高有關，但究竟是芽體分化不良，還是樹體養分蓄積不足，或二者兼而有之所造成，則極待研究。

材料與方法

民國72年4月中旬於二林鎮釀酒葡萄栽培面積最多之西斗里與興華里分別選取管理良好之金香葡萄園一區，西斗里選陳水盛農友之果園為第一試驗區，興華里選洪進丁農友所有之果園為第二試驗區，該二果園分別於3月下旬及中旬萌芽，並於5月上旬，當第一試驗區有11片葉片左右，第二試驗區有14片葉片左右時，選取生長勢及花穗發育均一之結果枝，按當地農友管理法，即在第10節處摘心，除側梢，並掛牌。每果園選100枝結果枝，共計200枝結果枝。由5月15日，即第一試驗區開花期，第

1．臺灣省農業試驗所　研究報告第 1386 號。
2．本計畫承行政院農委會補助〔72農建—4.1—糧—175（2）〕，行政院農委會吳技正明哲，臺中改良場林課長信山斧正，並獲國科會73年度研究獎助金，謹致謝忱。
3．臺灣省農業試驗所園藝系助理研究員及現嘉義分所果樹系系主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

二試驗區在花落10天後，至７月31日止，每半個月，逢機剪取掛牌之結果枝10枝，枝條取回後，以解剖刀按芽位取下主芽，分別固定於F, A, A (Formic acid : Acetic acid : Alcohol=5 : 5 : 70) 之中，芽位之順序係以第４，５節爲結果部位計算，由於第一節位芽體過小或未隨枝條抽出，因而未進行採樣。

芽體固定後，在解剖顯微鏡下，逐一剝除苞片，苞片原始體，葉原始體及絨毛等，使花穗原始體及生長點裸露，以觀察芽體分化過程及結實潛能。芽體分化包含了花穗原始體之形成與花穗原始體之發育，其中花穗原始體之發育是以其發育之大小來計算，共分爲５個大小等級（圖１）。而芽體結實潛能則是以每芽所含花穗原始體發育累加而得，最後一次採取結果枝時，同時於西斗里，興華里及後厝里隨機分別選取２、４及２果園。每果園亦逢機剪取10枝結果枝，連主試驗區之２果園，共計10果園，以調查評估二林鎮金香葡萄春季所萌新梢上芽體之結實潛能。

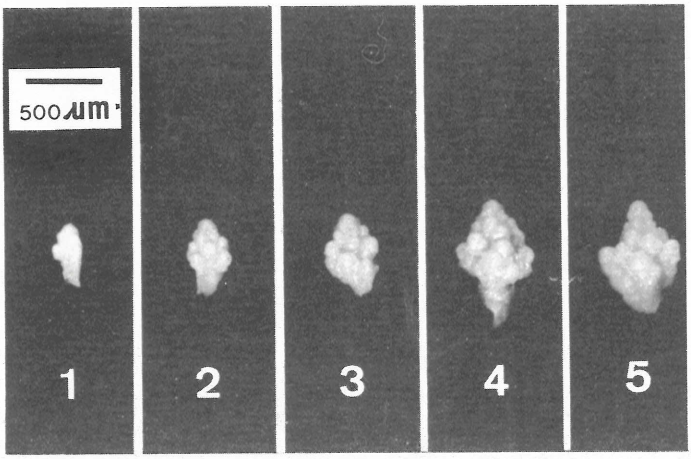

圖１：葡萄花穗原始體依其大小分爲五個等級。

Fig 1 : The grading of fruit primordia of grape depends on its size, and which can be divided to five stages.

結　　果

由表１中可以發現，第一試驗區在５月15日時，新梢上，３至７節已有少數芽體出現花穗原始體，到了６月15日，５節以內的芽體均已分化相當固定數目的花穗原始體，然６節以上芽體仍能繼續分

表１：金香葡萄第一試驗區２－９芽位之花穗原始體數分化進度表

Table 1. The progressive development of the number of bunch primordia on each bud from bud 2 to 9 of Golden Muscat grapevine at location 1.

日　期 Date	芽位 Bud Position							
	2	3	4	5	6	7	8	9
5.15	—	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	—	—
5.31	—	0.3	0.1	0.5	0.6	0.4	0.1	0.3
6.15	0.6	1.0	0.9	1.1	0.9	1.1	0.8	0.5
6.30	0.4	0.8	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.4
7.15	0.6	0.8	0.9	1.0	1.6	1.8	1.0	0.9
7.31	0.1	0.3	0.6	0.9	1.0	1.8	1.4	1.1

化新的花穗原始體。第二試驗區（表2）在5月15日觀察時，已有較多之花穗原始體，且在5月31日時，全部芽體均已擁有相當固定數目之花穗原始體。此可能與第二試驗區較早萌芽，且生長勢較強，致芽體生理年齡較早成熟有關。因而可以推知金香葡萄在萌後45天內（即花期），開始進行芽體分化，且5節以下之芽在開始分化後30天內，完成分化。而6節以上之芽則因形成時期較晚，生理年齡較淺，故仍可繼續分化，惟在新梢生長勢强之條件下，芽體將較早完成分化，花穗原始體數則以第6到第8節之間爲最多。

至於花穗原始體本身大小之發育，則是漸進的（表3、4）。一般而言，在7月15日時，花穗原始體已發育至相當程度，至於7月31日，呈現花穗原始體數較少，發育較差之現象。可能爲取樣上的誤差。雖然各芽間花穗原始體之發育差異不大，但因各芽內花穗原始體分化數目有顯著差異（表1、2），因而以第6到第8節具較高之結實潛能（表5、6）。

另由7月31日在二林鎮逢機調查的10個果園中可以發現，花穗原始體數的分化以第6至第9等四個芽位最多（表7），而花穗原始體本身大小的發育亦以第6、7、8等三個芽位爲最好（表8）。因此可知，金香葡萄在二林鎮栽培，春季所萌枝條以第6到第8的芽位具最高之結實潛能（表9）。

雖然花穗原始體數的分化與大小的發育均會隨著時間的延長而增加，尤其是靠近頂梢的新生芽位，但近基部芽體內的變動卻是有限的。又以二林鎮而言（表10），金香葡萄由3月萌芽到8月4日採

表2：金香葡萄第二試驗區2—9芽位之花穗原始體數分化進度表

Table 2. The progressive development of the number of bunch primordia on each bud from bud 2 to 9 of Golden Muscat grapevine at location 2.

日 期 Date	芽 位 Bud Position							
	2	3	4	5	6	7	8	9
5.15	0.5	0.5	0.3	0.4	0.1	0.1	—	—
5.31	0.8	0.9	0.9	0.8	1.3	1.4	1.1	0.8
6.15	0.6	0.5	0.5	1.1	1.0	0.8	0.6	0.5
6.30	1.0	1.3	1.1	1.3	1.5	1.8	1.1	0.6
7.15	0.8	0.4	1.0	0.8	1.3	1.4	1.1	0.8
7.31	0.4	0.8	1.3	1.0	1.0	1.3	0.9	0.4

表3：金香葡萄第一試驗區2—9芽位之花穗原始體發育進度表

Table 3. The progressive development of the size of bunch primordia on each bud from bud 2 to 9 of Golden Muscat grapevine at location 1.

日 期 Date	芽 位 Bud Position							
	2	3	4	5	6	7	8	9
5.15	—	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	—	—
5.31	—	1.0	2.0	1.8	1.5	1.3	1.0	2.0
6.15	1.4	1.9	1.1	1.3	2.4	1.3	3.5	3.5
6.30	1.3	1.3	2.1	1.6	2.1	1.6	2.1	1.5
7.15	2.0	2.5	2.8	2.6	2.8	2.9	2.9	2.6
7.31	2.0	2.5	1.6	2.6	2.9	2.9	2.9	2.7

收完畢，需要130—150天的時間，也就是大約需要 2300°C 天的熱積算溫度始能滿足整個產區一季生產。然即使在 8 月 4 日採收後立刻進行落葉修剪，估算由 8 月中旬萌芽到12月採收，亦只有 1800°C 天的熱積算溫度，因此延遲落葉修剪時期，等待 9 節以後的芽分化完成，再行落葉修剪，將可能造成二收果實難以成熟，而影響品質，樹勢及翌春萌芽時間 (1) 。因此，似應在 8 月以前完成促成栽培修剪。依表 9 之結果，可將春季所萌枝條依芽位劃分爲兩個系統，也就是第 7 到第 9 的芽位乃專爲二收結實用，第 6 節以下的芽則爲翌春結實用，分別依其結實潛能統計列於表11。因此由表11類推，就現行鮮食葡萄修剪法對二林鎮金香葡萄進行產期調節時，在芽體最佳的安排下，僅有10%完全成功與20%得到一次正常產量及一次中等產量的希望，而會有10%得到兩次中等產量與30%僅能得到一次中等產量的可能，更有甚者，尚須冒30%血本無歸的風險。

表 4 ：金香葡萄第二試驗區 2 — 9 芽位之花穗原始體發育進度表

Table 4. The progressive development of the size of bunch primordia on each bud from bud 2 to 9 of Golden Muscat grapevine at location 2.

日期 Date	芽位 Bud Position							
	2	3	4	5	6	7	8	9
5.15	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—
5.31	1.7	1.7	1.6	1.7	1.4	1.5	1.4	1.5
6.15	2.0	1.8	2.3	2.5	2.6	3.7	2.2	1.8
6.30	1.9	2.6	1.9	2.2	1.7	2.1	1.4	1.4
7.15	2.7	2.3	2.9	3.7	3.4	3.4	3.0	3.7
7.31	2.0	2.0	2.4	2.6	2.5	2.3	2.4	2.0

表 5 ：金香葡萄第一試驗區 2 — 9 芽位之結實潛能進度表

Table 5. The fruiting potential on each bud from bud 2 to 9 of Golden Muscat grapevine at location 1.

日期 Date	芽位 Bud Position							
	2	3	4	5	6	7	8	9
5.15	—	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	—	—
5.31	—	0.3	0.3	0.9	0.9	0.5	0.1	0.5
6.15	0.9	1.9	1.0	1.5	2.1	1.5	2.6	1.8
6.30	0.5	1.0	2.1	1.6	2.6	2.0	2.6	2.0
7.15	1.3	1.9	2.5	2.6	4.5	5.1	2.9	2.3
7.31	0.3	0.6	1.0	2.3	2.9	4.8	4.0	3.0

表6：金香葡萄第二試驗區2－9芽位之結實潛能進度表

Table 6. The fruiting potential on each bud from bud 2 to 9 of Golden Muscat grapevine at location 2.

日期 Date	芽位 Bud Position							
	2	3	4	5	6	7	8	9
5.15	0.5	0.6	0.3	0.4	0.1	0.1	—	—
5.31	1.3	0.2	1.4	1.3	1.8	2.0	1.6	1.1
6.15	1.3	0.9	1.1	2.9	2.6	2.8	1.4	0.9
6.30	1.9	3.3	2.1	2.8	2.5	3.8	1.6	0.9
7.15	2.0	0.9	2.9	2.8	4.3	4.6	3.4	2.8
7.31	0.8	1.5	3.0	2.6	2.5	2.9	2.1	0.8

表7：金香葡萄2－9芽位之花穗原始體分化表

Table 7. Mean number of bunch primordia per bud for different bud position from 2 to 9 of Golden Muscat grapevine.

Bud position	2	3	4	5	6	7	8	9
	0.3e	0.5d	0.8cde	0.9bcd	1.3a	1.3a	1.2abc	1.0abc

1. Data of 10 vineyards.
2. The same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表8：金香葡萄2－9芽位之花穗原始體發育表

Table 8. Mean size[2] of bunch primordia per bud for different bud positions from 2 to 9 of Golden Muscat grapevine[1]

Bud position	2	3	4	5	6	7	8	9
	1.9e	2.2d	2.3cd	2.6bc	3.0a	2.8ab	2.9ab	2.4cd

1. Data of 10 vineyards.
2. fig. 1
3. The same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表9：金香葡萄2－9節芽體結實潛能表

Table 9. The fruiting potential[2] on each bud from bud 2 to 9 of Golden Muscat grapevine[1] at location 2.

Bud position	2	3	4	5	6	7	8	9
	0.6c	1.0cd	1.8bc	2.3b	3.8a	3.7a	3.3a	2.3b

1. Data of 10 vineyards.
2. Mean size×Mean number
3. The same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

表10：臺中地區各月平均溫度及熱積算溫度表

Table 10. Mean monthly temperature and heat summation of Taichung[1].

月份	1 JAN.	2 FEB.	3 MAR.	4 APR.	5 MAY	6 JUN.	7 JUL.	8 AUG.	9 SEP.	10 OCT.	11 NOV.	12 DEC.
平均溫度°C Mean Temperature	15.7	16.5	19.3	22.8	25.5	27.3	28.4	27.9	27.2	24.7	20.8	17.3
熱積算溫度°C[2] Heat Summation	177	182	288	384	481	519	570	555	516	456	324	226

1. Datafrom "Climatological data annual report" 1976-1985 Central Weather Bureau.

2. $\sum_{i=1}^{n}=(t-10°C)$ i n=no. of days of the months.

表11：金香葡萄當年生枝條之二收及翌春結實潛能抽樣調查表

Table 11. Second and next year crop yield potentials[1] on the new shoot of Golden Muscat grapevine.

農友	翌春結實潛能[1]	二收結實潛能[2]
紀媽勇	3.4a	3.8b
程來發	3.2a	5.0a
林木森	2.3b	3.6b
洪進丁	2.1b	1.9cd
葉日旅	2.0b	4.1ab
陳水盛	1.4c	3.9b
黃淸順	1.3cd	1.5cd
洪東陽	1.1cd	1.2d
莊炳耀	1.1cd	3.6b
洪進城	0.8b	2.4c

1. Next year crop yield potential data derive from the mean size of bunch primordia per bud for bud positions from 2 to 6.
2. Second crop yield potential data derive from the mean size of bunch primordia per bud for bud positions from 7 to 9.
3. Each column followed by the same letter are not singificantly at the 5% level by Duncan's multiple range ttes.

討 論

葡萄芽體結實潛能的評估，除有助於冬季修剪，調整施肥與可預先採取適當措施，減少因第二年之豐欠對生產者與消費者所造成的損失外，並有助於生理研究與栽培系統之建立，爲獲致穩定與高產不可或缺之利器。

葡萄的花穗原始體在初夏形成，到第二年春天才開花結果。主芽經過三個月的快速生長後，即進入休止狀態[11]。此時暫時停止分化的花穗原始體與葡萄果穗極爲相似，其中果粒狀的瘤狀突起，稱

爲分支原始體（branch primordia），是一種在翌春主芽活動前後，可繼續分化的分生組織。當春天萌芽後，每一個分支原始體都將分裂許多次，產生一群花原體（flower primordia），而每個花原體又將產生3－5朵小花[20][23][26]唯此時期花穗的發育，將受到樹體養分，冬季低溫之有無，萌芽後環境因子及栽培管理等影響。

May氏等[18]在冬季按枝條上不同芽位剪下枝條單芽扦插，待萌芽後，先以PBA處理發育中的花穗，再以花穗之重量來估算各芽之結實潛能。Buttrose氏[6]則直接從休眠芽中採取花穗原始體稱重，以花穗原始體之重量來評估芽體結實潛能。

筆者認爲May氏所採用的方法不利於評估發育中正缺乏碳水化合物的新梢之芽體結實潛能，且PBA亦未商品化，難以取得。而Buttrose氏之方法則不受枝條養分與其他環境因子之影響，惟本所缺乏可測到5μg之精密天枰，因而改以固定在35倍立體顯微鏡下觀察，以其發育情形分爲5個等級，作爲本試驗調查之依據。

本試驗發現，金香葡萄新梢上芽體於春季萌芽後45天（即花期），開始出現花穗原始體，與前人報告相同[19]，又5節以內之芽於花穗原始體開始分化後30天內完成花穗原始體數的分化，而5節以上之芽因生理年齡較淺，故可繼續分化，然本試驗調查發現，8節以內之芽，在往後的30天內亦已完成花穗原始體數的分化，惟若生長勢較强，節數形成較多之果園，則較早停止花穗原始體數的分化，此與Buttrose氏[9][11]所謂芽體生理年齡越輕，對環境因子感應越强，芽體分化能力也越强，而當芽體生理年齡漸老化，降至11節以後時(由生長點開始計算)，則失去對環境感應能力相類似。惟本試驗中花穗原始體分化之定義與康氏[4]略有不同，康氏定基點開始形成爲一級分化，基點形成爲二級分化，基點開始特化，出現兩個以上的分枝時爲三級分化，而本試驗不計其一二級分化，而以其第三級分化列爲第一級分化，是因基點本身可形成卷鬚原始體，花穗原始體與枝條原始體等[23]基點的形成，雖爲芽體特化的開始，但不意謂著定可形成花穗原始體，而可作產量之預估，因此產業與學理上之定義，在此稍加說明。至於花穗原始體本身大小的發育，則是漸進的，由本試驗觀察中發現，8節以內之芽於春季萌芽後3個半月至4個月間已完成芽體發育，此與Buttrose[11]謂芽體形成後經3個月的快速生長，即進入深休止狀態相類似，也就是金香葡萄在二林鎭栽植春梢上8節以內之芽體，在萌芽後4個月內已完成芽體分化，此點與何氏[3]所謂金香葡萄於7月16日落葉修剪，可能因芽體養分不足，或摘葉修剪致芽體內植物荷爾蒙——Gibberellin與Cytokinin的平衡受到破壞，而致芽內初形成的花穗原始體逆轉成卷鬚，以致早期摘葉修剪者，沒有花穗之營養芽比率隨之提高而異，因爲在7月16日，6－8節以內之芽已有4個月以上之生理年齡，芽體也已分化完全，實不可能有新生花穗原始體，並可在短期內完成逆分化之可能，而造成二林鎭金香葡萄產期調節失敗之主要原因，實爲春季所萌新梢之芽體內，花穗原始體分化數與發育量普遍低下所致（表11）。因此如何提高金香葡萄春梢芽體結實潛能爲未來研究之重點。

雖然目前對葡萄芽體分化之內在因素並未徹底瞭解，只知包含了DNA與RNA含量的增加[19]與Cytokinin和新梢頂端生長素交互影響[24,25,26]。但對外在因素的影響卻已知極多，其中以溫度[6,7,9,23,27]，日照[6,7,8,9,16,17,27]，最爲顯著，而水分[10]，施肥、整枝、修剪、摘心、短剪[14]，生物鹼[5]與生長調節劑的施用[25]以及不同根砧嫁接等亦能影響芽體之分化。

如今同一品種，在同一地區，以相同的棚架，整枝修剪方法栽培，生產相近之產量，竟發生經夏季修剪重新培養的結果母枝具相近之結實力，而春天所萌結果枝，其上芽體之結實潛能迥異之現象。此似應與該地區之溫度，日照，雨量無關，而與果園之操作，諸如：施肥、摘心、側梢與病蟲害的管理等，關係較密切。因這些操作，除影響樹體養分之利用外，更會造成樹冠（Canopy）之不同，除直接影響新梢生長勢，致芽的生理年齡老化外，並因枝葉茂密，使芽體之溫度與受光量減低，而不利芽體之分化[16]。

且由十年的中央氣象局「氣候資料年報」得知，臺中地區（二林鎭與彰化之氣溫紀錄付闕，臺中

與二林鎮緯度差 15″）從 3 月 1 日至 7 月 4 日有 1,750°C 天之熱積算溫度，4 月 1 日至 8 月 4 日有 2,025°C天。由臺中地區推斷，二林鎮金香葡萄第一季由萌芽到採收需要 2,025°C天之積算溫度，然就整個產區考慮，則需 2,300°C天（3 月 1 日至 8 月 4 日）。因此即始在 8 月 4 日採收完畢後，立刻進行落葉修剪及催芽等工作，預估在 8 月15日萌芽，到12月底亦只有 1,800°C天的積算溫度，徨論春梢芽體分化，及樹體養分分配，梅雨對減產之影響，整枝修剪方法之研究與如何防止樹冠極速擴展致果園老化等問題尚須解決，因此筆者認爲，就二林鎮生產金香葡萄而言，仍宜一收爲優，惟此一收穫期，在夏季或在秋冬，需再作檢討。又在檢討之同時，筆者建議應一併考慮棚架型式 (12,13) 與整枝修剪 (22) 之改進，如Lyre棚架等，以重新安排枝條與葉片之分佈，獲取最高的有效光合產物 (15,21)，達成一次生產多量與高品質之省工栽培系統。

參考文獻

1.王爲一 1980 生長季修剪對葡萄新梢果芽形成與植物碳水化合物及氮素蓄積的影響。碩士論文54pp.

2.中央氣象局氣候資料年報1976—1985。

3.何妙齡 1981 摘葉修剪的時間對冬季葡萄生育之影響。菸試彙報15：115—123。

4.康有德 1976 臺灣巨峰葡萄之果芽形成。中國園藝22（2）：49—57。

5. Balasubrahmanyam, V. R. and S. D. Khanduia 1973. Effect of foliar sprays of uracil, xanthine and caffeine on the nucleic acid and protein content of leaves and fruiting of Thompson Seedless grapes. Vitis 12 : 100-104.

6. Buttrose, M. S. 1969 a. Fruitfulness in grapevines: Effects of light intensity and temperature. Bot. Gaz. 130(3) : 166-173.

7. Buttrose, M. S. 1969 b. Fruitfulness in grapevines: Effects of changes iin temperature and light regimes. Bot. Gaz. 130(3) : 173-179.

8. Buttrose, M. S. 1969 C. Fruitfulness in grapevines: Effects on daylength. Vitis 8 : 188-190.

9. Buttrose, M. S. 1970 b. Fruitfulness in grapevines: The response of different cultivars to light, temperature and daylength. Vitis 9 : 121-125.

10. Buttrose, M. S. 1974 a. Fruitfulness in grapevines: Effects of water stress. Vitis 12 : 299-305.

11. Buttrose, M. S. 1974 b. Climatic factors and fruitfulness in grapevines. Hort. Abstr. 44 : 319-32`.

12. Carbonneau A. 1982 Influence des systemes de conduite en "Lyre" sur la physiologie de la vigne: Bilan actuel et resultats de nouveaux essais. Le progres agricole et viticole 99 annee N12 : 290-299.

13. Carbonneau A. and P. Huglin. 1980 Ada ptation of training systems to french regions. International Symposium in June Davis Deebrating the Centennial of University of California p. 376-385.

14. Khanduja. S. D. and V. R. Balasubrahmanyam. Fruitfulness of grapevine buds. Economic Botany. p. 280-294.

15. Kliewer W. M. 1980 Vineyard canopy management-A review. ibid P. 342-352.

16. May, P. 1965. Reducing inflorescence fromation by shading individual Sultana buds. Aust. J. Biol. Sci. 18 : 463-473.

17. May, P. and A. J. Antcliff. 1963. The effect of shading of fruitfulness and yield in the Sultana. J. Hort. Sci. 38 : 85-94.

18. May, P. and A. J. Antcliff. 1973. The fruitfulness of qrape bud. I Measuring bud fruitfulness on forced single-node cuttings. An. Am. Plant 23(1) : 1-12.

19. Rao, V. N. M. and C. Srinivasan. 1971. Nucleic acid composition in the developing buds and petioles of grapes. Vitis 10 : 210-214.

20. Scholefield, P. B. and R. C. Ward. 1975. Scanning electron microscopy of the developmental stages of the Sultana inflorescence. Vitis 14 : 14-19.
21. Shaulis N. J. 1980 Responses of grapevines and grapes to spacing of and within canopies. Interna tional Symposium in June, Davis, Celebrating the Centennial of University of California p. 353-361.
22. Shaulis N. J. and P. May. Response of 'Sultana' vines to training on a divided cano py and to shoot crowding. ibid, p. 215-222.
23. Srinivasan, C. and M. G. Mullins. 1976. Reproductive anatomy of the grapevine (Vitis vinifera L.): Origin and development of the analage and its derivatives. Ann. Bot. v. 38, p. 1079-1084.
24. Srinivasan, C. and M. G. Mullins. 1978. Control of flowering in the grapevine. (Vitis vinifera L.) Plant Physiol. 61 : 127-135.
25. Srinivasan, C. and M. G. Mullins. 1980. Effects of temperature and growth regulators on fromation of analagen, tendrils and inflerences in Vitis vinifera L.. Ann. Bot. v. 45, p. 439-446.
26. Srinivasan, C. and M. G. Mullins, 1981. Physiology of flowering in the grapevine-A review. Am. J. Enol. Vitic., V. 32, No. 1, p. 47-63.
27. Sugiura, A., N. Utsunomiya and A. Kobayyshi 1975. Effect of daylength and temperature on growth and bunch defferentiation of grapevines. Jap. Soc. Hort. Sci. 43(4) : 387-392.

Studies on Forcing Culture of Golden Muscat Grapevine (Vitis viniferax Vitis labrusca)

1. Investigation of Bud Differentiation and Fruitfuleess.

W. Y. Wang and H. T. Hsu

The progressive bud differentiation and fruiting potential of bud 2 to bud 9 on new fruiting shoot of Golden Muscat grapevine at Er-lin town were inspected by stereo-microscope with an aim to improve its wine quality in forcing culture.

It was found that bunch primordia commenced within 45 days after bud burst in spring, coinciding with flowering period, and maximized in number with anbther 30 and 60 days for basal 5 nodes and node 6-8, respectively, but the primordia did not develop into full size until July 15.

The highest number of bunch primordia is obtained at bud 6, bud 7, bud 8 and bud 9 and the best size of the primordia is observed node at node 6, node 7 and node 8, indicating the highest fruiting potential of these three nodes.

However the fruting potential of these new shoots is generally low, and estimated to be only 10% of possibility to harvest 2 good crops a year, 20% of possibility to harvest one good and one medium crops, 10% chance of 2 medium crops, 30% only one medium crop and 30% no harvest at all, under forcing culture with the present manage ment system, Besides the heat summation is not enough for two good crops a year.

Therefore, it is recommended to consider new trellising and training system, such as Lyre system etc., to improve the canopy of vineyard and get the maxium photosys thesis to give a good both in guantity and guality, crop either in summer or autumn, instead of trying to harvest two crops a year with Golden Muscat in Er-lin twon.

---

1. Contribution No. 1386 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Horticulturist, Department of Horticulture, TARI, Wu-feng, Taichung, Taiwan 41301, R. O. C. Horticulturist, Head. Department of pomology, Chia-yi Agricultural Experiment Station, TARI, Chia-yi, Taiwan, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）37(1)：024～031（1988)

簡易澱粉膠體電泳裝置及其在同功異構酶上的應用[1]

陳福旗　李弘文[2]

摘要　本試驗所設計一套簡易澱粉膠體電泳的設備，經試用於同功異構酶的分析，顯示效果良好，經濟可行。文中詳述電泳槽、膠體鑄模及膠體切割的零件及其組合，並討論澱粉膠之製作及電泳條件、染色方法。一些同功異構酶的偵測及其應用亦在本文提出。

同功異構酶（isozymes）為具有同樣催化活性但不同分子形式的酵素(4)，利用電泳的技術可以把植物萃取物中的酵素做快速分析，廣被應用於遺傳學、品種鑑定、染色體組鑑定、植物演化及育種等之研究(4.6.7.8)。

利用澱粉膠體電泳的技術來分析同功異構酶，已有許多篇報告提出討論(1.2.4.5.6.8)，且也有設計圖可供參考(2.5)，但這些報告所提出的膠體，電泳槽的規格不十分詳細，甚至不知其規格，在利用上就必須經過嘗試錯誤，而使有意採用此技術的研究者帶來不便。

本文針對此點，加上第一作者曾在加州大學戴維斯分校Dr. Gottlieb 的實驗室研究經驗，介紹澱粉膠體、電泳槽、膠體鑄模（gel model）及膠體切割器（gel slicer）的配製方法，一些常用的同功異構酶染色方法亦將簡單介紹，以利於國內在遺傳及育種等的研究。

材料與方法

本報告所用的材料包括壓克力、玻璃及鋼絲，將分別於電泳槽、膠體鑄模及切割器中說明。供分析用的植物材料包括甜瓜、胡瓜、番茄、甜椒等蔬菜的發芽種子或幼苗葉片，及番木瓜、柑桔、芒果的嫩葉或成熟葉。各植物材料用緩衝液磨碎後，可放在－17°C冷凍保存約一星期。

一、電泳裝置及操作

1. 電泳槽：圖1是電泳槽及其他附件的實物照片，電泳槽的規格及組合見圖2之分解圖。各壓克力板均以矽膠填縫劑（Silicone Glass Sealant）或氯仿（Chloroform）密切連接，兩端的電泳槽裝約八分滿的緩衝液，槽內各有一白金絲電極，電泳時，將澱粉膠連鑄模平放於兩緩衝槽之間的平台，用纖維素海綿（Cellulose Sponge，購自超級市場）當鹽橋，其步驟詳見電泳方法。
2. 澱粉膠體鑄模：圖3顯示膠體鑄模的構造，底盤可用 0.5公分厚之玻璃或壓克力，槽四週的材料則用壓克力，高度為0.8公分或1公分，連接成內部18×13.5 公分的空間，以便融化之澱粉溶液可在其內形成片狀膠體。
3. 膠體切割器：利用上述鑄模可做出厚 0.8—1公分的澱粉膠，於電泳完畢染色前，可以水平分割成2—3片，分別供染不同的酵素系統。圖4A 為切割器之構造，主要由一條鋼絲固定在一

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1387 號。

2.本所園藝系助理研究員及技術助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

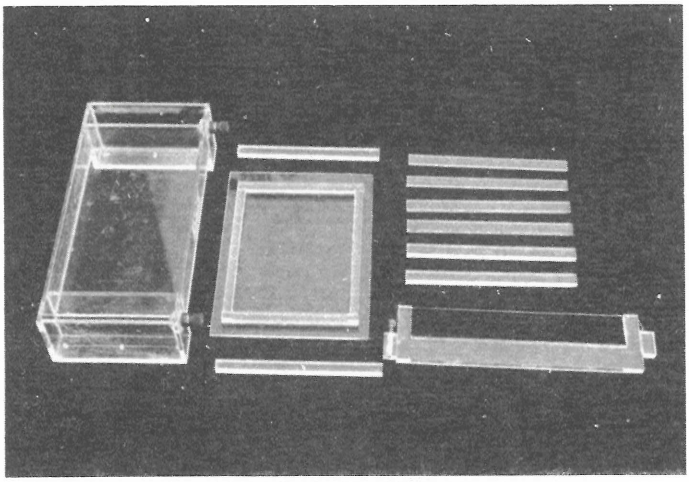

圖 1. 電泳槽及其他附件的實物照片。

Fig. 1. Picture of electrophoretic tank and other accessary parts.

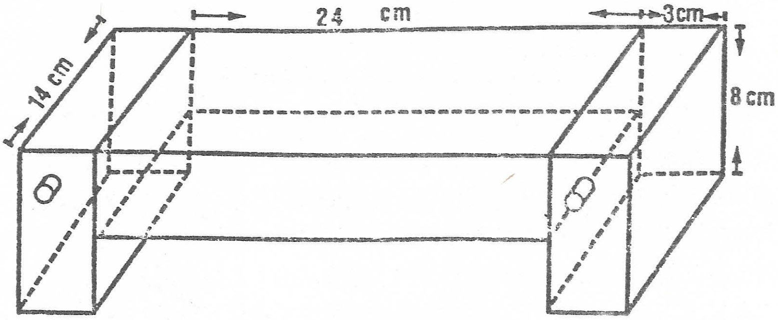

圖 2. 電泳槽解析圖

Fig. 2. Diagram of electrophoretic tank.

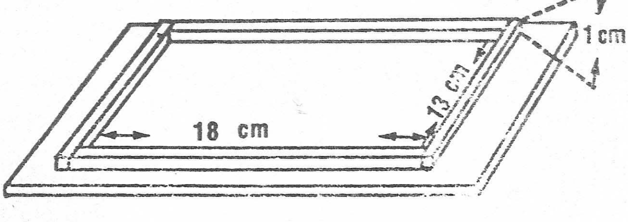

圖 3. 澱粉膠鑄模的解析圖

Fig. 3. Diagram of starch gel model.

條大的壓克力板，完成之切割器類似線鋸。因膠體必須水平切割，故另做 3 種不同高度之隔間壓克力板各 2 條（圖4B），放在澱粉膠左右兩側，以便利切割。

二、澱粉膠之製做、緩衝液、電泳方法及染色

1.澱粉膠體之製做：

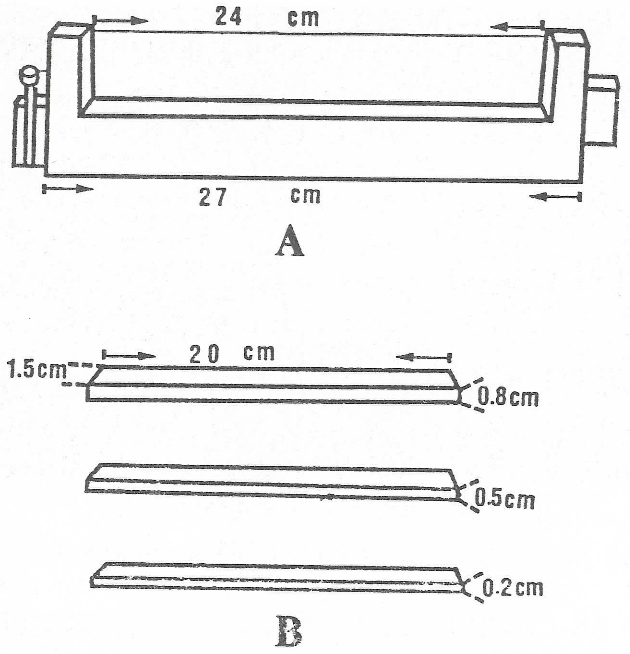

圖 4. 膠體切割器及隔間板的解析圖
Fig. 4. Diagram of gel slicer and spacers. A. Gel slicer, B. Spacers.

本報告所用之澱粉指Sigma公司出售之水解馬鈴薯澱粉（S-4501），一般使用濃度爲10—12%，以下用10%澱粉擧例說明。上述膠體鑄模容載體積約爲 243立方公分，但考慮形成膠體係水分子和澱粉分子間的作用力，其體積會縮小，故實際使用330ml 的緩衝液。將配好之緩衝液倒入 1 升的抽氣三角瓶，稱好33克的澱粉，倒入此三角瓶，並用手搖晃直至所有顆粒溶解成懸浮狀，再以瓦斯燈或酒精燈加熱，在加熱過程中，須用手抓住三角瓶的頸部搖晃，以避免澱粉燒焦，約 5 — 6 分鐘澱粉溶液會變成半透明狀，此時其粘滯性增加，約再經 1 — 2 分鐘，粘滯性突然降低，此時可見到沸騰的小泡，即可用間接水冷抽氣，亦即含澱粉溶液的三角瓶和抽氣機之間用冷却的三角瓶（冰浴）當緩衝，以免因過熱而直接抽出澱粉溶液。抽氣完畢即刻倒入膠

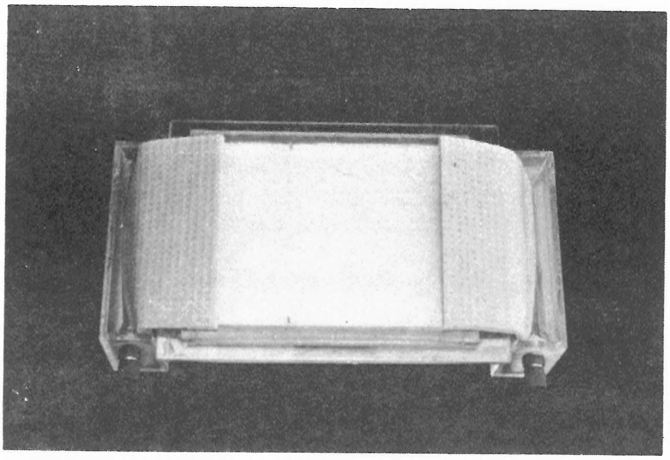

圖 5. 澱粉膠及鑄模放在電泳槽上
Fig. 5. Starch gel and model is put on electrophoretic tank.

體鑄模，須平均倒於四周，並略爲高出其水平面，再以一塊乾淨的玻璃片（和鑄模底盤同大）小心蓋上，避免產生氣泡。第一天下午做好，於室溫下放置一夜，第二天早晨即可使用（圖5）。

2.緩衝液

電極槽的緩衝液爲 Li-Borate pH8.3 (0.19M Boric acid, 0.04M LiOH），澱粉膠體的緩衝液爲 1 份 Li-Borate 加上 9 份 Tris-Citrate pH8.3 (0.05M tris, 0.007M citric acid)。

3.電泳方法及染色

澱粉膠於前一天做好，第二天使用前約 10 分鐘，將整個電泳裝置放入 4～5°C 冰箱預冷，電泳槽內充滿電極液後，也要預冷。將植物材料如葉片、種子等，置於冰浴上的小稱藥盤，加上少量含有tris或磷酸的緩衝液及少量（約 10～20mg）PVP-40，再以壓克力棒（橫切面約1.5×1.5公分）磨碎，以 0.4× 1公分的 Whatman ＃3濾紙片吸收其中的成份，插入澱粉膠之前，先在面紙或 Kimwipe 拭紙上吸掉過多的溶液。濾紙插入澱粉膠的位置爲在膠體的三分之一處以解剖刀或薄的刀片垂直切開，再用兩手撥開，濾紙片就很容易插到切面，每一片膠體最多可放入18個樣品，濾紙片全部放好之後，再把澱粉膠密合（圖5），兩端用沾有追蹤染料 Bromophenol Blue的濾紙，以便電泳時，可以判斷樣品移動的程度。

將澱粉膠連鑄模平行放在電泳槽上，用鹽橋（纖維素海綿）連接電極液和膠體，連接膠體的上方以長條壓克力板壓著，接著將電線插入電力設備，負極爲偏植物樣品的膠體端。設定 35mA（定電流），開始通電，電泳時係在 2～4°C 的冰箱進行，等到追蹤染料跑到另一端靠近海綿之處（距原點約 9 公分），停掉電力，以圖 4 所示的工具，將膠體水平切割成四片，最上面一片丟棄，其餘三片可染三種不同酵素。

多次試驗的結果顯示，Peroxidase在本系統有很好的解析力（表 1），柑桔類Phosphogluco-isomerase (PGI) 用 25～35mA 時，解析力也很好（圖8），因此本文只列出該兩種酵素的染色法。

表 1. 可利用澱粉膠體分析的作物及同功異構酶

Table 1. Crops and isozymes analysed by starch gel in this study

Crops	Isozymes*
Melon 甜瓜	PRX
Cucumber 胡瓜	PRX
Tomato 番茄	PRX
Sweet pepper 甜椒	PRX
Carica spp. 番木瓜	PRX, PGI
Citrus 柑桔	PRX, PGI
Mango 芒果	PRX, PGI

*PRX=peroxidase, PGI=phosphoglucoisomerase.

PRX：0.2M acetate buffer, pH5.0, 100ml；O-dianisidine 0.1g（溶於 10ml的95%酒精）；2 滴的 35% H_2O_2（於染色之前才加）。將膠體取出後，在 acetate buffer 中 4°C 浸15分鐘，倒掉後，再以上述溶液染色。

PGI：0.1M Tris, pH7.5, 100ml；1M $MgCl_2$, 1ml；Fructose-6-phosphate 30mg；$NADP^+$ 5mg；MTT 8mg；PMS 2mg；Glucose-6-phosphate dehydrogenase 40 units

將澱粉膠在上述溶液中，於30°C黑暗靜置30—60分鐘，或等條帶出現爲止。

染色以後，倒掉反應液，用自來水或蒸餾水洗三次，再以 50%甘油固定，隔夜後，可用透明 PE 塑膠布包妥，置於冰箱，在 1－2 個月內均可以取出供讀條帶比較之用。通常染色完、清洗過後，可在光箱上以彩色幻燈軟片或黑白軟片拍照記錄，以供永久保存。

結果及討論

利用上述電泳設備，可以將數種作物的peroxidase同功異構酶在澱粉膠顯現清楚的條帶（表 1），將甜瓜子葉在緩衝液磨碎後，若直接以電泳法分析，則主要條帶均表現非常清楚，圖 6 爲F_2之甜瓜新玉×PMR的peroxidase分離情形。其上顯示具有兩個親本及F_1（標示爲P_1、P_2及 F_1，爲靠近正極

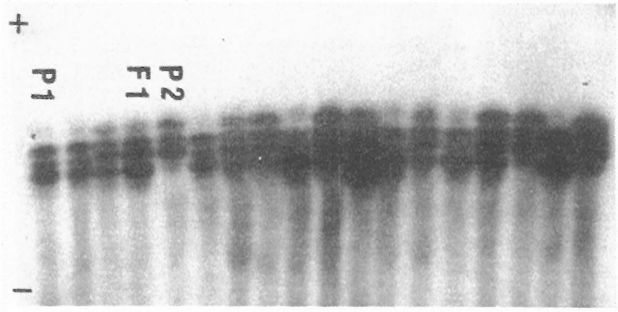

圖 6. 甜瓜F_2的peroxidase（PRX）同功異構酶分離的情形，圖中表示的 P_1、P_2及F_1係F_2樣品中具有與兩親本及F_1相同的條帶分佈方式。

Fig. 6. Segregation of peroxidase isozymes in an F_2 population of melon. P_1、P_2 and F_1 in the figure indicate F_2 samples have the same banding patterns as both parents and F_1.

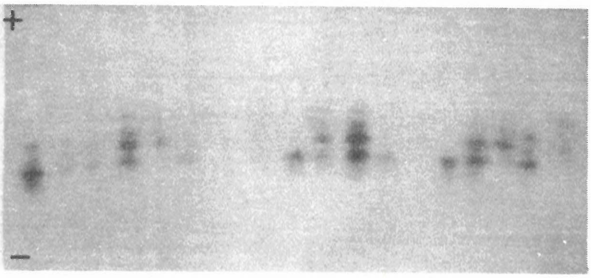

圖 7. 甜瓜的F_2的peroxidase（PRX）分離的情形，分析的樣品和圖 6 相同，但經過 1500rpm 的離心。

Fig. 7. Segregation of peroxidase isozymes in an F_2 population of melon. The samples analysed were the same as in Fig. 6 but centrifuged at 1500rpm.

的條帶）的條帶分佈。假如在種子吸水期分析，則表現出的peroxidase分佈於靠近原點的清楚條帶（圖片未顯示），這些條帶在幼苗期的子葉中較不清楚，因此不同發育階段所表現的peroxidase同功異構酶會有不同。粗萃取液若用低速離心（1500rpm, 4°C　分，Hitachi SCR20BA高速離心機），再取上澄液進行電泳分析，則某些條帶看不清楚（圖 7），這種結果就很難判斷。本實驗另外如果用 histidine緩衝液（膠體 0.007M histidine pH7.0，電泳槽：0.135M Tris, 0.043M citric acid pH7.0）電泳的結果雖亦可分離 peroxidase 的同功異構酶，但解析力比 Li-Borate 系統差。因此不同發育階段，萃取離心步驟及不同緩衝液會影響 peroxidase 的表現或分佈，在分析其他作物時，必須注意這些因素。

PGI 的解析力依作物種類而有差異（表 1），圖 8 爲柑桔類葉片萃取液電泳的結果，顯示大部份

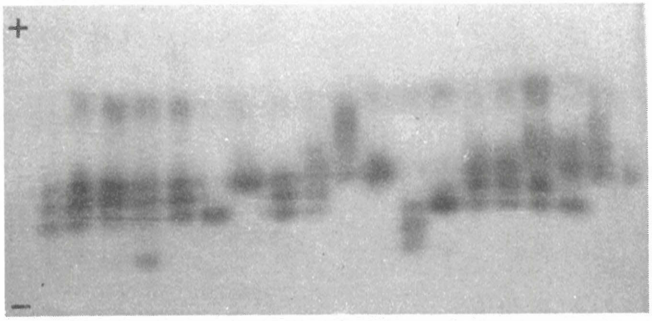

圖 8. 柑桔類的 PGI isozymes。每一樣品代表一個種或品種。

Fig. 8. PGI isozymes in citrus. Each sample represents a species or variety.

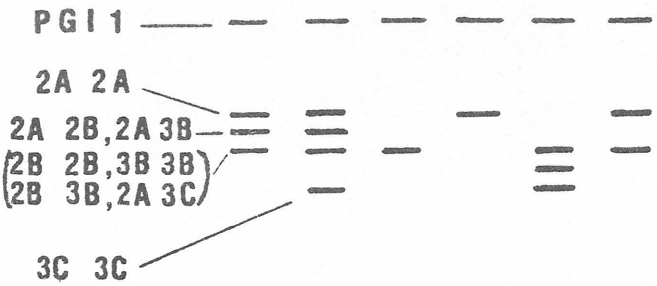

圖 9. 柑桔類細胞質PGI同功異構酶代表樣品的圖解及其基因型命名之模式。設有2個基因座，3個對偶基因，則基因型為 *Pgi-2*及*Pgi-3* 由於 PGI 是雙價體（dimer），故由圖可看出同質雙價（homodimer）條帶及異質雙價條帶（heterodimer）。例如樣品 1 的基因型可能為-2^{AB}, $-2^{AA}-3^{BB}$ 或$-2^{AB}-3^{BB}$；樣品 2 的基因型可能為$-2^{AB}-3^{CC}$ 或 $-2^{AB}-3^{BB}-3^{CC}$；樣品 3 可能為-2^{BB}或-3^{BB}。

Fig. 9. Diagram of isozymes of citrus cytosolic PGI and their possible genotypes. PGI 1=plastid PGI.

柑桔均具有兩羣同功異構酶，其一為移動性最快的 plastid PGI，其次為移動性次之的細胞質 PGI (cytosolic PGI)，而且細胞質 PGI 可見到一條、二、三及四條等不同條帶分佈，因此若以 Weeden 和 Gottlieb [8] 的遺傳模式，則可將參試材料區分出 6 種不同表現型，其可能基因型如圖 9 所示。

柑桔類葉片一般均較具韌性，除了用緩衝液研磨外，亦可將葉片冷凍後，用平口鉗直接壓出汁液分析，所得結果差異不大。

關於澱粉膠體電泳的實驗技術上，Shields等 [5] 及Arulsekar & Parfitt [2] 均有詳細的報告，但前者對於膠體鑄模並沒有列出規格，而後者雖有列出規格，但不盡詳細，且一片膠體只能同時分析兩種同功異構酶，而本報告的膠體可水平切割成 4 塊（最上面一塊不能分析），因此可同時分析三種同功異構酶，這在樣品的準備分析上，可節省時間及材料。

澱粉膠電泳的優點為：分析所需時間短，所須材料費較聚丙烯醯胺膠（polyacrylamide gel）為低，且一次同一羣樣品可分析三種酵素的同功異構酶；而後者可以解析的同功異構酶較多，但某些作物的一些同功異構酶則較難解析，例如柑桔和玉米的 peroxidase 用聚丙烯醯胺膠體電泳分析時，條帶的分佈比較模糊，難以判斷（未發表的結果），此時用澱粉膠電泳，將有利於研究的進行。

本報告指出，許多作物的 peroxidase（表 1）利用此系統可得到較佳解析力，phosphoglucoisomerase 則只有在柑桔、芒果及木瓜的解析力較好，因此未來必須探討開發不同的緩衝系統及電力設定方式(25mA, 35mA, 50mA 或其他定電流，或定電壓)，以求能夠增加分析同功異構酶的種類。

在應用方面，商業種子的純度鑑定，育種材料的遺傳分析（同功異構酶基因座上對偶基因的分離

比，參考圖 6；控制同功異構酶的基因座數目，圖 9），均可以用此系統來進行，有數種作物已經以同功異構酶來鑑定純度、品種的分類及育種上的連鎖分析 (1,3,4,6,7,8,9)，因此澱粉膠體電泳法配合育種家的育種計畫，將可加速其進行；對商業種子公司的種子純度，將可提出確切的保證。

誌 謝

本文承臺大園藝系許圳塗教授、本所蕭主任吉雄及張清安博士釜正及提供意見，謹此誌謝。

參考文獻

1. Arus, P., S. D. Tanksley, T. J. Orton and R. A. Jones. 1982. Electrophoretic variation as a tool for determining seed purity and for breeding hybrid varieties of *Brassica oleracea*. Euphytica 31 : 417-428.
2. Arulsekar, S. and D. E. Parfitt. 1986. Isozyme analysis procedures for stone fruits, almond, grape, walnut, pistachio, and fig. Hort-Science 21 : 928-933.
3. Chaparro, J. X., R. E. Durham, G. A. Moore and W. B. Sherman. 1987. Use of isozyme techniques to identify peach×Nonpareil' almond hybrids. HortScience 22 : 300-302.
4. Peirce, L. C. and J. L. Brewbacker. 1973. Applications of isozyme analysis in horticultural science. HortScience 8 : 17-22.
5. Shields, C. R., T. J. Orton and C. W. Stuber. 1983. An outline of general resource needs and procedures for the electrophoretic seperation of active enzymes from plant tissue. In: Tanksley, S. D. and T. J. Orton (eds) Isozymes in Plant Genetics and Breeding, Part A, pp. 443-458.
6. Tanksley, S. D. and C. M. Rick. 1980. Isozymic gene linkage map of the tomato: Applications in genetics and breeding. Theor. Appl. Genet. 57 : 161-170.
7. Weeden, N. F. 1983. Evolution of plant isozymes. In: Tanksley, S. D. and T. J. Orton (eds) Isozymes in plant Genetics and Breeding, Part A, pp. 177-205, Elsevier, Amsterdam.
8. Weeden, N. F. and L. D. Gottlieb. 1979. Distinguishing allozymes and isozymes of phosphoglucoisomerase by electrophoretic comparisons of pollen and somatic tissues. Biochem. Genet. 17 : 287-296.
9. Wills, A. B. and E. M. Wiseman. 1980. Acid phosphatase isoenzymes of *Brassica oleracea* seedlings and their application to sib testing in F1 hybrids. Ann. Appl. Biol. 94 : 137-142.

A Simple Apparatus for Starch Gel Electrophoresis and its Application in Isozyme Study

Fure-Chyi Chen, Hung-Wen Li

Summary

A simple starch gel electrophoretic apparatus has been designed for isozyme analysis. After testing some isozymes, it showed good resolution and economic applicability. Methods of assembling electrophoretic tank, gel model and gel slicer were presented in detail. Starch gel making, electrophoretic condition as well as activity staining were also described. The results of detecting some isozyme systems and aspects of their application were mentioned.

---

1. Contribution No. 1387 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Horticulturist and Technician assistant, respectively, Department of Horticulture, TARI, Wu-feng, Taichung, Taiwan 41301, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(1)：32～46（1988）

轉作田玉米生育特性及肥培管理

1. 子實收量之期作間和土壤間差異及有關因素[1]

連　深　王鐘和[2]

摘要　本試驗在臺中縣霧峰（本所）及雲林縣二崙比較臺農 351 號玉米在秋作和春作對氮肥用量和栽植密度之效應，及肥料深施的效果，以闡明高產之栽培條件，結果如下：

1.秋作由於營養生長期間短，一般吐絲期葉面積指數（LAI）不高；但多肥配合密植（71,000株／公頃）可有效提高LAI，而由於吐絲至成熟期間長，有利於乾物生產；故秋作之收量潛力高，可達8～9t/ha。反之，春作營養生長期間較長，LAI增大容易，但由於玉米抽穗適遇梅雨期，吐絲～成熟期間氣溫又高，玉米充實期間縮短，不利於乾物生產；故其收量水準顯著低於秋作（6t/ha）。

2.二崙試地土壤中無顯著限制因子，故其秋作玉米對氮施用量和栽植密度之效應均甚顯著；行株距70×20公分（71,400株／公頃）區產量顯著高於70×25公分（57,100株／公頃）區，而氮之需要量則爲150～200kg/ha。玉米產量對氮肥用量和栽植密度具有顯著的連應；在高栽植密度及多氮的配合下可獲最高收量（8.9t/ha）。

3.霧峰之秋作收量水準顯著低於二崙（最高 6.6t/ha）可以歸因於其玉米營養生長之不足及吐絲期～成熟期間葉片純同化率之低落。其表土物理性較差及磷肥力較低等係影響玉米營養生長之主要因素，而底土之密實性影響生育後期根部養分吸收則是玉米充實期間葉片同化能力低落致使純同化率低落之主要原因。肥料之深施（除了一部分起肥之淺施於種子旁外，餘基肥深施於深20～25公分處）可顯著促進吐絲期至成熟期間之養分吸收，提高此期間之葉片同化能力及乾物生產，顯著提高收量（7.5t/ha）。

稻田轉作爲政府既定重要政策，而玉米栽培爲其最重要之一環。行政院核定之「稻米生產及稻田轉作六年計畫」，將飼料玉米列爲重點作物，計畫轉作面積至七十八年將累增至八萬五千公頃[(1)]，故玉米栽培面積包括一般旱地，屆時將可顯著增加。

有關玉米之肥培試驗，過去之對象多爲多季裡作，品種均屬早熟者，而試驗地點則偏於旱作地區。由於新育成之高產品系臺農 351 號係屬中熟、全季型品種，稻田轉作之環境亦與長期旱田之情況迴異，其生產性之期作間和土壤間差異，乃有加以探討必要。

由於密植與多肥係公認之玉米高產之道[(3,5,7)]。轉作田不同季節和土壤對密植與多肥之效應當爲吾人探討轉作田玉米生產潛力及高產生態條件之重要步驟。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1388 號。

2.臺灣省農業試驗所農化系研究員及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

1.試驗地點及土壤理化性質：

本試驗於1983～1985年在雲林縣二崙鄉及霧峰本所農田進行，各試驗地點之代表性土壤性質如表1：

表1.　試驗地點土壤之理化性質

Table 1. Some properties of soils at Wu-feng and Erh-lun

Location	母質	土系	Soil horizons (cm)	pH	O. M. (%)	Bray P_1 (ppm)	Exch. (ppm) K	Exch. (ppm) Mg	Texture	Structure	Consistency (when dry)	Permeability
霧峰 Wu-feng	粘板岩砂頁岩混合新冲積	臺中七塊厝系	0-15	5.0	1.4	3.3	95	200	SiL	Structure-less	Very hard	Medium to low
			15-30	6.5	1.0	1.6	62	240	SiL			
			30-60						SiL-SiCL			
二崙 Erh-lun	粘板岩老冲積	彰化二林系	0-15	7.3	1.6	14.0	90	178	SL-L	Weak	Slightly hard	Medium to high
			15-30	7.5	1.6	15.4	89	203	SiL			
			30-60						SiL			

2.試驗處理及設計：

試驗一、栽植密度×氮素用量試驗（二崙，1983年秋作及1984年春作）

試驗處理爲行株距2變級（70×25及70×20公分，但春作因缺株實際行株距平均各爲70×26.8及70×24.6公分）和氮素用量3變級（100、200、300kg/ha）之組合，依次爲主副處理，裂區排列、四區集。肥料施用方法依照施肥手册（標準方法；即磷鉀肥用量之全部和氮肥之一半當基肥，另半量氮肥則當膝高期追肥。基肥條施於株旁，距離種子約5公分，深3～5公分，施後蓋土。）[2]，小區面積 38.5m² (7.7×5m)，11行區。P_2O_5、K_2O 用量各區均爲100kg/ha。

試驗二、施肥方法×栽植密度×氮素用量試驗（本所49號田，1983年秋作）

該驗處理爲（1）施肥方法兩種：（a）標準施肥；（同試驗一），（b）深施；三要素用量之半量依照標準方法施用，另半量於播種時條施於播植行下約25公分（寬約15公分）處（施肥溝係人工所開），（2）行株距2變級（同二崙）和（3）氮用量3變級（標準施肥區設100、200、300kg/ha，深施區設 200、300、400kg/ha 各變級）之組合，依次爲主處理及第一、二副處理，裂區排列，二區集。P_2O_5、K_2O 各區均施各200 及 100kg/ha，以資充足。小區面積同試驗一。施用肥料種類爲硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀，但深施所用肥料則以複合肥料39號爲主。

試驗三、氮素用量×施肥方法試驗（本所16號田及二崙，1984年秋作）

試驗處理爲氮素用量2變級（N 150 及 225kg/ha）及施肥方法二種：（a）標準施肥（一）；（同試驗一及二），（b）深施；（施肥方法同試驗二之深施處理，但基肥使用深耕犁和淺犂所組合的雙層施肥播種機開溝施肥，淺層及深層施肥部份之溝深各約5及25公分，寬約4公分）之組合，依次爲主、副處理，裂區排列、三區集。施用肥料種類同試驗二。

試驗四、整地與不整地及施肥方法試驗（本所51號田，1985年秋作）

試驗分整地及不整地兩部份。整地部份主處理設氮素用量2變級（N160 及 240kg/ha）及副處理三種施肥方法如下：（a）對照（一）；即現行標準施肥方法（同試驗一、二及三），（b）深施；係使用本所研製之雙層施肥播種機將磷鉀用量之大部份及氮肥用量之約半量（使用臺肥複合肥料39號）於播種時深施於播植行下約25公分處，同時將小部份肥料（N、P_2O_5、K_2O 各24，36，24kg/ha）以臺肥複合肥料 39號 200kg/ha 淺施於播植行旁，距離種子約5公分深約3～5公分處。其餘氮肥則

於膝高期追施。（c）對照（二）；施肥方法同對照（一），但雙層施肥播種機操作同處理（二）。故本處理與對照（一）之差別爲播植行深犁（in row subsoiling）之有無。

不整地部份主處理仍設氮素 2 變級（同上），但副處理則僅設（a）對照（一）及（b）深施兩種處理。

試驗設計均爲裂區，2 區集。小區面積140m² (40m×3.5m)，即 5 行區40m長。行株距均爲70×25公分。

3.調查方法：

（1）於吐絲期自各小區採取植株各 4 株（密植區採 6 株），測定葉、莖、穗等器官之乾物重量及三要素含量，並以田中氏等 [3] 所述方法測定葉面積指數。

（2）於收穗期去除邊行後測定區內之穗，子實及全植株乾物重量，株高、穗長及充實穗長、每穗粒數和千粒重等。

（3）調查雄穗抽出及吐絲等日期。

結果與討論

1.玉米生育收量之期作間差異：

秋作和春作之玉米生育日數及生育期間之氣溫、日射量和雨量各示於表 2 及圖 1 。秋作和春作對氮肥用量和栽植密度之效應及各農藝性狀則示於圖 2 及表 3 。

表2. 秋作和春作各生育階段之日數（臺農351號，二崙 1984～1985）

Table 2. Duration of various growth phases for Tainung 351 in different crop seasons.

Crop season	Growth duration (days)		
	Total	Sowing to silking	Silking to harvest
Spring[1]	129	79	50
Fall[2]	120	52	68

1. Date of sowing : Feb. 20-29.
2. Date of sowing : Sep. 5-15.

表3. 秋作和春作玉米農藝性狀和產量比較（臺農351號，二崙 1983～1984）

Table 3. Agronomic traits and yields[1)] of Tainung 351 plants in different crop seasons. (Erh-lun 1983-1984)

Item	Spring crop (N kg/ha)			Fall crop (N kg/ha)		
	70	140	210	100	200	300
Plant height (cm)	283	279	284	258	263	265
Plant wt. at silk(g/sq. m)	731	772	804	704	833	783
Plant wt. at maturity (g/sq. m)	1013	1021	1043	1470	1590	1525
LAI at silk	4.26	4.22	4.29	3.88	4.17	4.21
Grain no./sq. m. (10^3)	1.98	2.11	2.13	3.03	3.17	3.05
100 grain wt. (g)	28.1	28.5	28.4	27.2	27.3	27.7
Yield (t/ha)	5.62	6.09	6.11	8.23	8.64	8.44

1) mean of two spacing with 3～4 replications.

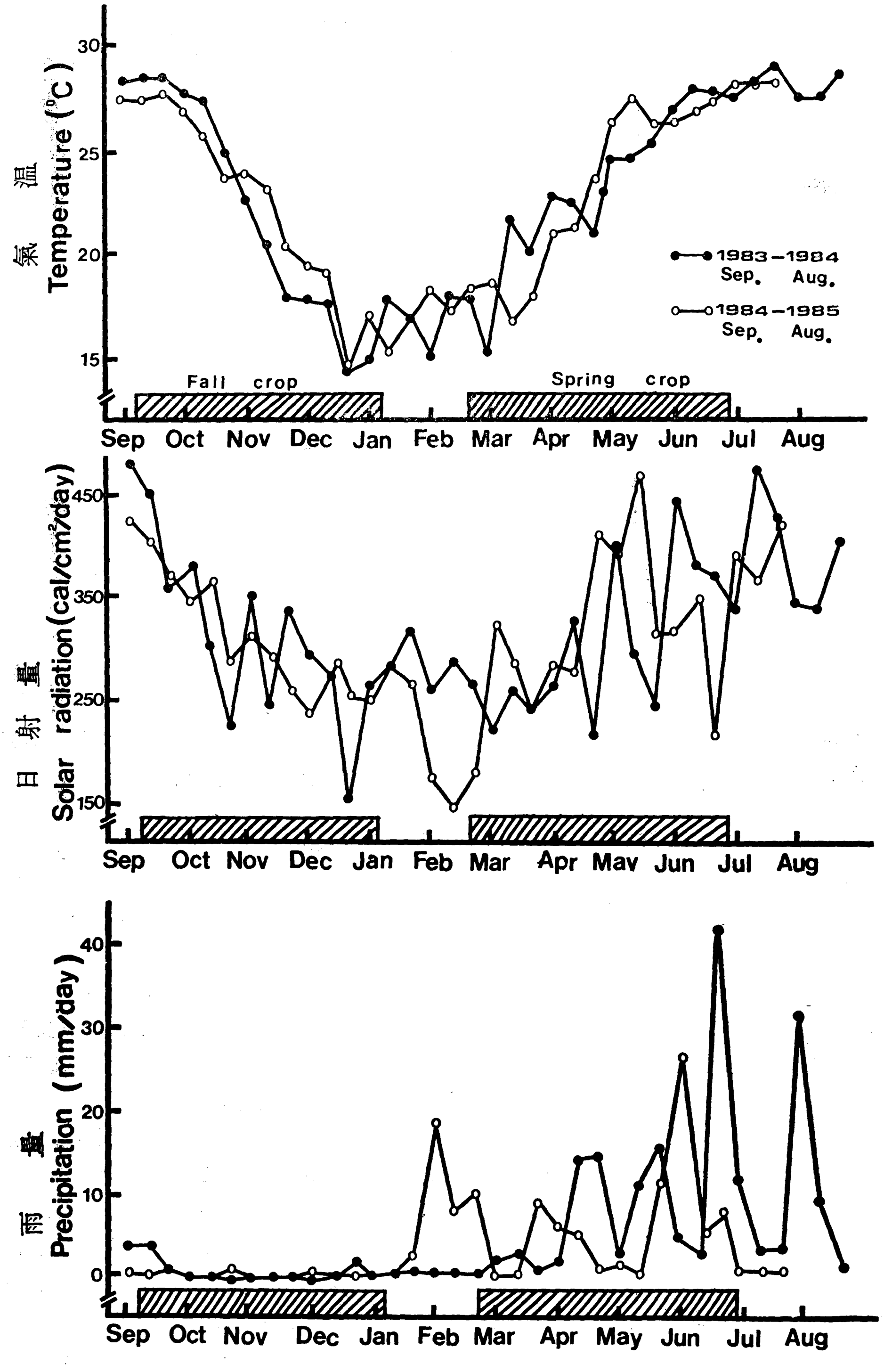

圖1. 秋作和春作玉米生育期間日平均氣溫、日射量和雨量（臺農351號）

Fig. 1. Daily mean air temperature, solar radiation and precipitation during the crop seasons.

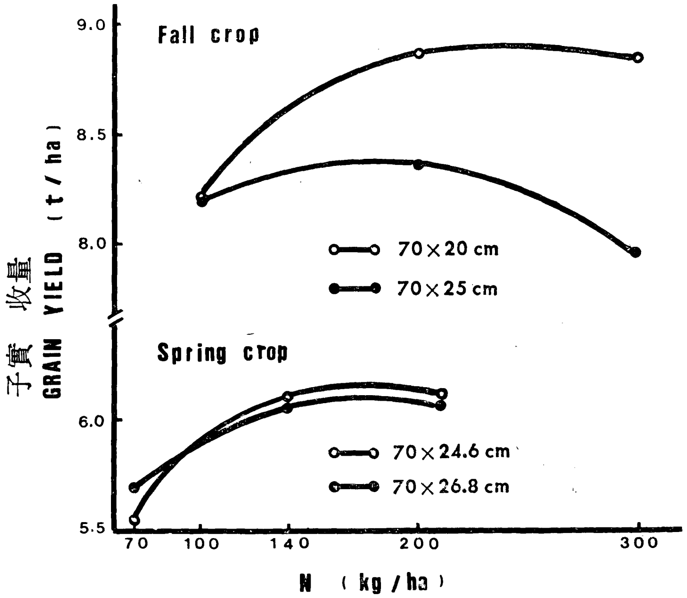

圖2. 秋作和春作玉米產量對氮素用量和栽植密度之效應。(臺農351號,二崙,1983～1984)

Fig. 2. Nitrogen responses of Tainung 351 at two spacings in different crop seasons. (Erh-lun, 1983 fall and 1984 spring crop).

春作之播種適期一般在3月中旬以前,而秋作之播種適期則在9月中旬以前 [6] 。由表2可見秋作自播種至吐絲期間甚短,而吐絲至成熟期間則長。以9月20日播種者而言,二者各爲55及80天左右;早播則自播種至吐絲之期間更爲縮短而晚播則成熟期延長。反之,春作自播種至吐絲期間較長,吐絲至成熟之期間則短 [13] 。

秋作因營養生長期間(播種至吐絲)短,吐絲期葉面積指數(LAI)不高(表3),多氮配合密植可有效提高LAI,而由於吐絲～成熟期間長,此期間之乾物生產量大(雖然此期間之日射量不高,但因氣溫低,呼吸消耗少,期間長有利於乾物生產)收量與LAI之正相關密切。故秋作收量潛力高(8～9 t/ha),密植多肥可提高產量(圖2)。

反之,春作營養生長期間長,LAI之增大容易,但因玉米抽穗期適遇梅雨期,吐絲～成熟期間溫度又高,玉米充實期間縮短,乾物量之增加不大,故其收量水準顯著低於秋作(6t/ha)。又因LAI與收量之關係不甚顯著(表3),收量對氮肥用量和栽植密度之效應亦不明顯(圖2),甚至於因倒伏頻繁,呈負的效應。故春作之栽植密度應較秋作爲疏,氮肥需要量亦較秋作爲低 [6] 。

春作和秋作吐絲期及成熟期藁中氮素和糖、澱粉之含量示於表4。糖和澱粉之合計含量係將植物樣本以80%酒精和4.6N過氯酸相繼淬取後合併,以 Anthrone 法測定糖的總量所得 [20] 。

表4.春作吐絲期莖葉中之糖、澱粉含量很高,顯示其播種至吐絲期間長,有利於該期間之乾物生產,但其成熟期藁中氮素含量高及糖、澱粉含量低,則示其吐絲至成熟期間之乾物生產不利;春作於吐絲期適值梅雨期,氣溫又高,碳水化合物之生產與其呼吸消耗可能已呈不平衡,以致穗中已受粉而停止發育之子房增多,充實子粒數減少,故藁中氮素無法轉移穗部,遂有多量氮素殘留。

秋作吐絲期莖葉中之糖、澱粉含量不高,顯示其播種至吐絲期間短,無暇堆積多量非構造性碳水化合物於藁中,但其吐絲至成熟期間長及氣溫低則有利於乾物生產,以致其藁中氮素充分轉移穗部的同時仍有多餘糖、澱粉堆積於藁中。

是故春作應重視吐絲至成熟期間葉片活性之維持而秋作則應重視吐絲期前之營養生長量。

表4. 春作和秋作玉米藁中氮素和糖、澱粉含量（%）（臺農351號、二崙1983秋作和1984春作）

Table 4. Percentage of N and sugar+starch in straw at silking and harvest in different crop seasons (TNG 351, 1983~1984.)

Growth stage	N (kg/ha)	Spring N	Spring sugar+starch	Fall N	Fall sugar+starch
Silking	100	0.95	18.1	1.16	8.2
	200	1.34	16.5	1.31	8.3
	300	1.32	14.8	1.19	10.6
Harvest	100	1.21	6.3	0.46	13.3
	200	1.14	9.0	0.62	11.7
	300	1.14	10.6	0.57	12.0

2.秋作玉米對氮素用量、栽植密度和肥料深施之效應及土壤間之差異：

（1）玉米生育、收量之土壤間差異：

霧峰土壤之理化性質顯然較二崙土壤不利於玉米生育；前者屬坋質壤土，但底土稍粘，土壤構造緻密，透水性亦較差。後者屬砂質壤土，結構較鬆，耕作較易，透水性亦較良。霧峰土壤由於坋粒多，曾於播種時遇雨分散，雨後放乾後却固結，致使發芽略受阻礙。又其磷肥力較低，磷酐用量雖高達200kg/ha，只因施肥位置稍離種子致使初期生育仍有缺磷症狀，乃立即補施磷肥於株旁，缺磷才告消失。

由於以上緣故，霧峰玉米生育之發展亦較二崙緩慢；吐絲期約慢10天，全生育期則慢20天左右。

（2）收量對氮素用量和栽植密度之效應及土壤間差異：

二崙之收量水準顯著高於霧峰（表5及圖3）。因其一期稻收穫至秋作玉米播種前期間曾栽培中間作香瓜，施過多量肥料，故秋作玉米之氮肥需要量並不高（150kg/ha 左右），但在增加栽植密度下（由57,000株／ha增至71,000株／ha），氮肥效應顯著增高，氮需要量則高達200kg/ha左右；即收量對氮素用量和栽植密度有顯著的正連應（變方分析表從略），在密植配合多肥下獲得最高產量（8.9t/ha）。

表5. 秋作收穫期子實及全乾物收量（二崙及霧峰1983）

Table 5. Grain Yield and total dry weight of Plant at different locations (TNG 351, 1983 fall Crop)

二 崙 (Erh-Lun)

Treatment	Spacing \ Placement kg/ha	Ordinary 100	Ordinary 200	Ordinary 300
Grain Yield (t/ha)	D_1	8.23	8.40	8.01
	D_2	8.23	8.88	8.86
Total D. W. (t/ha)	D_1	14.7	15.5	14.7
	D_2	14.7	16.3	15.8
Harvest Index	D_1	0.49	0.47	0.47
	D_2	0.49	0.47	0.48

霧 峰

Treatment	Placement / kg/ha / Spacing	Ordinary 100	Ordinary 200	Ordinary 300	Deep 200	Deep 300	Deep 400
Grain Yield (t/ha)	D_1	5.21	6.36	6.50	6.68	7.18	6.69
	D_2	5.32	6.37	6.65	7.49	7.19	7.12
Total D. W. (t/ha)	D_1	9.6	11.0	11.3	12.3	13.1	12.8
	D_2	11.1	10.5	12.0	12.4	13.0	13.1
Harvest Index	D_1	0.47	0.50	0.49	0.47	0.48	0.45
	D_2	0.42	0.52	0.48	0.52	0.48	0.47

D_1 and D_2 denote 70×25 and 70×20cm, respectively.

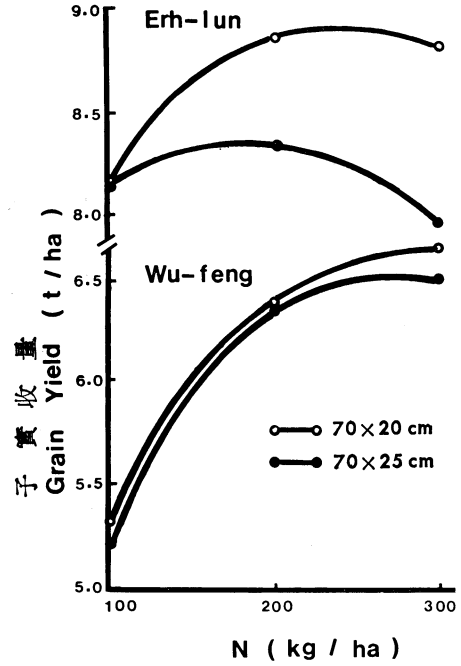

圖3. 不同土壤地點玉米收量對氮素用量和栽植密度之效應（臺農351號，1983秋作）

Fig. 3. Nitrogen responses of Tainung 351 at two spacings on different locations. (Mean of 2~4 replications Tainung 351, 1983 fall crop)

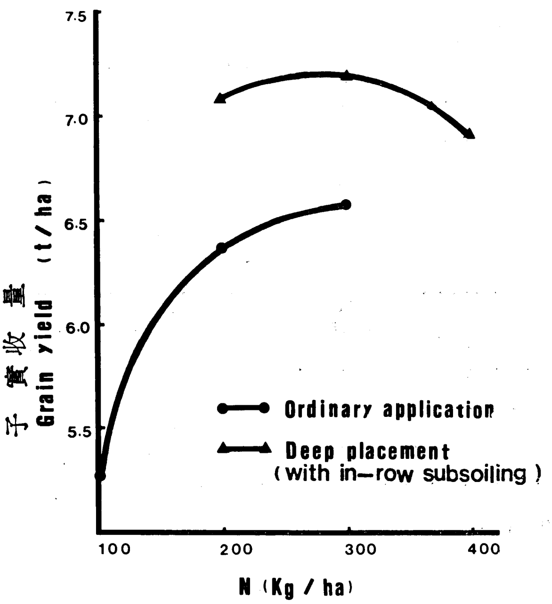

圖4. 霧峰玉米收量對氮素用量和肥料深施之效應（霧峰臺農351號，1983秋作）

Fig. 4. Nitrogen responses under two methods of fertilizer placement. (Mean of two spacings each with two replications, Tainung 351, 1983 fall crop, Wu-feng)

霧峰之收量水準顯著低於二崙（6.5t/ha）；因其土地較瘦瘠，故氮肥效果特別顯著，需要量約為 200~250kg/ha。惟其玉米生育在三要素肥料的充足施用下尚嫌不够（葉面積指數只及3.5，如表6，葉片三要素濃度仍低於二崙，如表7），增加栽植密度之效果亦不顯著，顯示該土壤尚有其他限制因子。以施肥量之一半條施於播植行下深約25公分之處理，却獲得收量水準之顯著提高，栽植密度之增加效果亦轉明顯（如表5），其氮肥需要量則顯著減少（200kg/ha）（如圖4）。故配合肥料之深施和栽植密度之增加，在霧峰一處亦可獲得相當的高產量（7.5t/ha）。

3.收量與玉米生育性狀之關係及生產潛力有關因素

（1）收量與葉面積指數之關係：

玉米收量與吐絲期之葉面積指數（單位土地面積上之葉片總面積／單位土地面積），葉片中之無機要素濃度及吐絲期～成熟期間之乾物生產量等均有密切關係。上述氮素用量和栽植密度對收量之效果可由二者對葉面積指數之影響以及葉面積指數與收量之關係瞭解。

表6. 秋作吐絲期葉面積指數及葉片厚度（二崙及霧峰，1983）

Table 6. Leaf area index and thickness of leaves at silking on different locations (TNG 351, 1983 fall crop)

二　崙 (Erh-lun)

Treatment	Placement / Spacing \ N (kg/ha)	Ordinary 100	Ordinary 200	Ordinary 300
LAI	D_1	3.57	3.94	3.86
	D_2	4.18	4.40	4.55
Thickness (g/dm^2)	D_1	0.49	0.50	0.49
	D_2	0.49	0.50	0.49

霧　峰 (Wu-feng)

Treatment	Placement / Spacing \ N(kg/ha)	Ordinary 100	Ordinary 200	Ordinary 300	Deep 200	Deep 300	Deep 400
LAI	D_1	2.27	2.82	2.87	2.77	3.05	3.01
	D_2	2.40	3.18	3.61	3.50	3.52	3.60
Thickness (g/dm^2)	D_1	0.46	0.47	0.48	0.45	0.46	0.48
	D_2	0.45	0.46	0.49	0.43	0.46	0.46

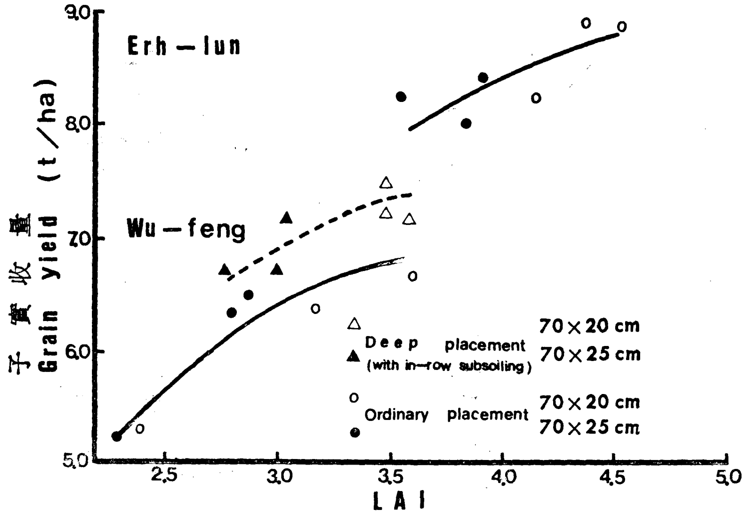

圖5. 玉米收量與吐絲期葉面積指數之關係（臺農351號、1983秋作）

Fig. 5. Relationship between leaf area index (LAI) at silk stage and grain yield under different locations with various treatments (TNG 351, 1983 fall crop).

由圖5及6可見二崙玉米之LAI隨氮素用量和栽植密度之增加而增加，並以栽植密度之效果最爲顯著；在密植和多肥的配合下其吐絲期LAI可有效增加，而在此LAI範圍內葉片厚度仍保持不變（0.49～0.50g/dm²），顯示植株羣體內葉片互相遮蔭（mutual shading）的效果尚不嚴重。可見在土壤中無顯著的限制因子下，適當的栽植密度與施肥配合可使吐絲期LAI達4.5左右，收量則達9t/ha左右。

霧峰之LAI亦隨氮素用量和栽植密度之增加而增，但其LAI顯然較二崙爲低，並且同一LAI所獲收量亦較二崙爲低。可見霧峰之土壤限制因子較多；不單LAI之增加較難，同一LAI可獲收量（相當於葉片純同化率NAR，如後述）亦是較低。以施肥量之一半條施於播植行下深約25公分之處理則顯然提高同一LAI可獲收量而獲較高產量。

（2）收量與子粒數之關係：

收量雖與LAI密切關係，却不如與收穫期單位面積子粒數之關係來得密切（圖6）。可見與其說是供能（source）不如說是儲能（sink）才是決定子實產量的最重要因素。惟儲能之決定何嘗不是供能所決定，故子粒數決定之時期及該期間供能之態勢有加檢討必要。

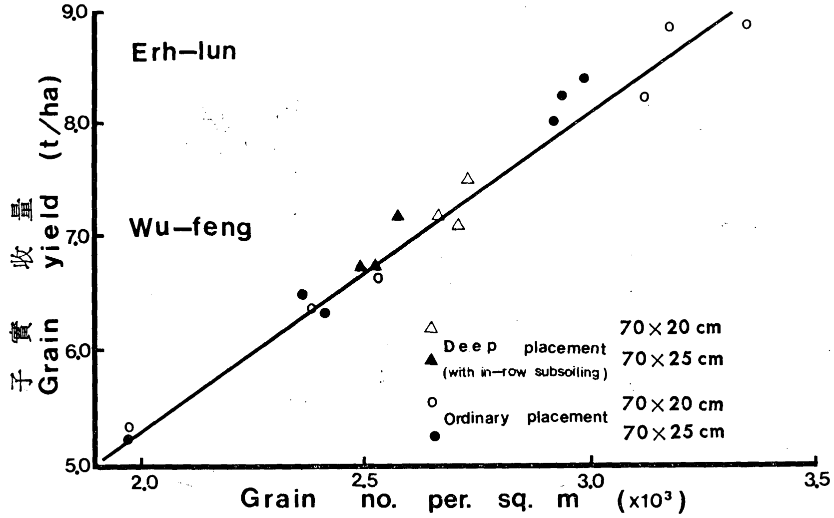

圖6. 玉米收量與收穫期單位面積子粒數之關係（臺農351號，1983秋作）

Fig. 6. Relationship between grain no./m² and grain yield under different locations with various treatments. (TNG 351, 1983 fall crop).

據 Ritchie et al. [16]，在第5葉期（即第5葉之葉襟出現時，以下類推）穗軸已經分化，而在第5—12葉期及第12—17葉期間則頂穗的胚珠（ovules）行數及每行的胚珠數分別分化決定。故第5—17葉期間一方面葉片陸續長出，決定LAI，另一方面亦是穗部的胚珠數分化決定的時期（第17葉期，就一般品種而言，約爲吐絲期前一週）。又自吐絲期，此等胚珠受粉至乳熟期（胚乳細胞之分裂終期）爲止之期間係此等胚珠發展爲子粒的時期；該期間如來自葉片的同化產物供應不足，則限制其發育；變爲夭折之子粒（Kernel abortion），即使後來同化產物之供應再足亦不能使其充實[8,12]。是故促進吐絲期前之營養生長（使LAI達4.5程度）及提高吐絲期後約3週期間之葉片同化能率均爲增加子粒數之要件，亦爲子實增產之要件。

以圖6與圖5比較可見，二崙一地子粒數之增加大致與LAI之增加平行，但霧峰一地之子粒數則除了與LAI有關外，更與葉片同化能率之高低有關；即霧峰一地除了受吐絲期前之營養生長所限外，

更受吐絲期前後期間之生殖生長所限，故如何克服土壤限制因子增進生育中後期之養分吸收乃爲課題，將於下節再加討論。

收量旣與收量構成要素中之子粒數成直線關係，其與單位粒重（或千粒重）的關係當甚淡薄。由圖7可見單位粒重的變異不大，無論二崙或霧峰均在265—280毫克範圍，而且施肥、栽植密度等處理之影響亦不大。Tsai et al.[18,19] 强調子粒氮素儲能（Kernel N sink）對玉米產量之重要性，並示單位粒重的增加爲子實增產的最重要因素；氮肥效應高的品種單位粒重因施肥而有大幅度的增長，如B73×Pa 91 品種由施氮量 134kg/ha增至420kg/ha時，子粒重由262毫克增至318毫克，增幅達21%，收量則由10.4t/ha增至12.3 t/ha是。惟由本試驗結果可見，就臺農351號品種而言，係子粒數，而非單位粒重，才是增加氮素儲能的主要因素。

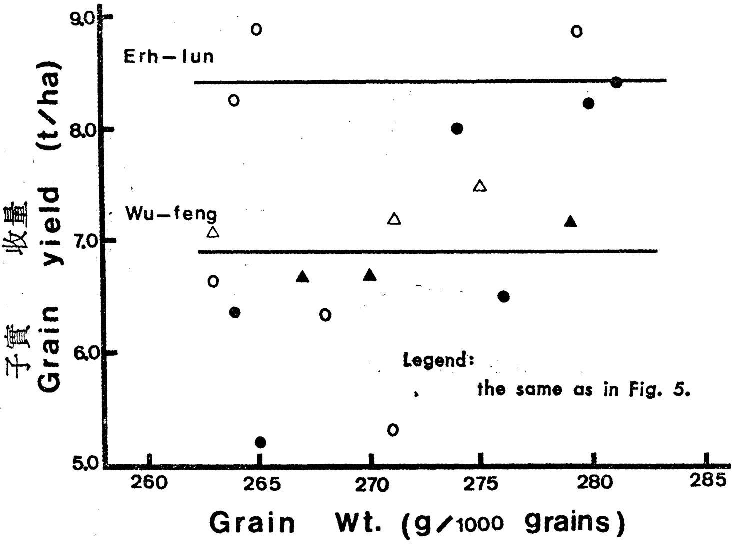

圖7. 玉米收量與千粒重之關係（臺農351號，1983秋作）

Fig. 7. Relationship between 1000 grain weight and grain yield. (TNG 351, 1983 fall crop)

（3）肥料深施對吐絲期後之乾物生產效果：

如前述霧峰一地之玉米生育較差，在高栽植密度和多氮之下其 LAI 才達 3.5 左右，並且收量與 LAI 之比率亦自 LAI 3.0 開始有轉平趨勢（圖5）。可見其LAI本身不高（營養生長不足）及單位LAI所獲之收量較低乃其收量水準較低於二崙之兩個主要因素。由於收量與吐絲期～成熟期間之乾物生產量有密切之正相關（r＝0.78*, n＝12）及子實中碳水化合物之85%係吐絲期以後之同化產物[4]等事實，單位LAI所獲收量實際上係代表該期間葉片純同化率（NAR）之强度；故吐絲期以前之LAI低落及吐絲期～成熟期間之NAR低落，乃其收量低落之兩主要因素。

前述霧峰玉米生育較差之事實，亦反映於吐絲期葉片之要素濃度；其施肥量雖然已高（N最高300kg/ha, $P_2O_5$200kg/ha），但葉片中要素濃度卻概低於二崙，尤以磷爲明顯（表7）。此種差異考其主要原因係由於其土壤構造緻密，尤有犁底層阻礙根系發展，及其磷肥力較低等所致。故以肥料用量的一半條施於播植行下深約25公分的深施區根系顯然優於標準施肥區，其葉片中三要素濃度亦顯然提高；二者在吐絲期以後之玉米充實期間所吸收之氮、磷量則差異更大（圖8）。由於深施區玉米在吐絲期以後之玉米充實期間養分吸收仍較旺盛，其葉片純同化率（△W/LAI）可以維持較高（圖9），因而獲致增產。

據田中等[3]和岩田等[5]，玉米成熟期全植物體中之氮和磷各有60及 80%分佈於子實；玉米在吐

表7. 秋作吐絲期穗葉三要素濃度(%)(二崙及霧峰,1983)

Table 7. Percentage of NPK in leaves at silking on different locations. (1983 fall crop, mean of two spacings with 2~4 replications)

二 崙 (Erh-lun)

Treatment[1)] Placement / N (kg/ha)	Ordinary		
	100	200	300
N	3.01	3.08	3.19
P	0.30	0.30	0.30
K	2.55	2.75	2.42

霧 峰 (Wu-feng)

Treatment[1)] Placement / N (kg/ha)	Ordinary			Deep		
	100	200	300	200	300	400
N	2.75	3.08	3.19	3.17	3.32	3.36
P	0.22	0.24	0.25	0.25	0.26	0.26
K	2.55	2.27	2.43	2.49	2.40	2.43

1) 栽植密度處理對葉片要素濃度之影響不大,故予合併平均。

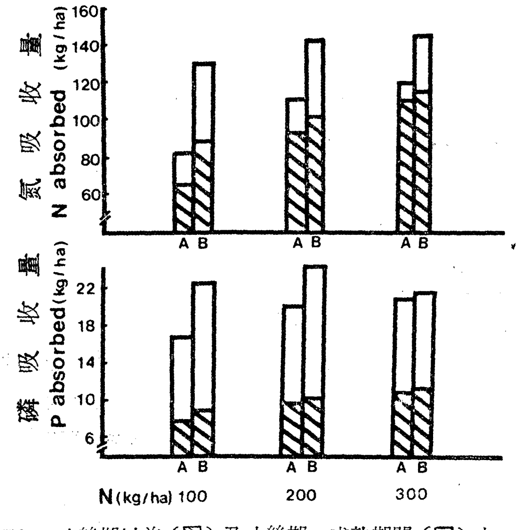

圖8. 吐絲期以前(▧)及吐絲期~成熟期間(□)之氮磷吸收量及肥料深施之效果(A,標準施肥;B;深施。霧峰,臺農351號,1983秋作)

Fig. 8. Amounts of nitrogen and phosphorus absorbed by silk stage (▧) and during ripening (□) under two methods of fertilizer placement.(A: ordinary placement, B: deep placement/in-row subsoiling (1983 fall crop, Wu-feng)

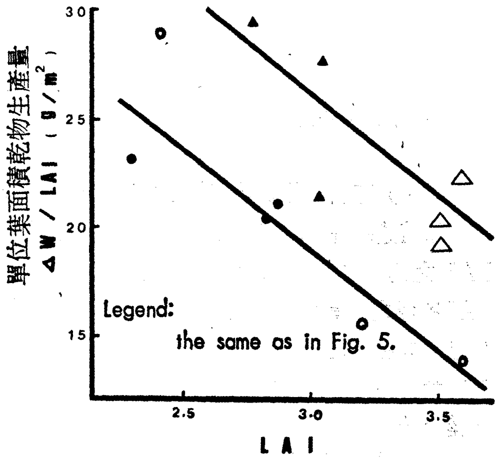

圖9. 吐絲期葉面積指數與吐絲期~成熟期間(玉米充實期間)單位葉面積乾物生產量之關係(霧峰,1983秋作)。

Fig. 9. Relationship between LAI at silk stage and dry matter production (△W) per unit leaf area during ripening under two methods of fertilizer placement. (Tainung 351, 1983 fall crop, Wu-feng)

絲期以前所吸收之氮、磷量僅佔全生育期間總吸收量之各65及45%左右，可見吐絲期以後的根部養分吸收仍非常重要。Calvert[9] 使用標識氮肥（N^{15}） 證實淺施之肥料在吐絲期以前吸收較多，反之，深施者在生育後期吸收較多。Gass 等[11] 及Chabalier 等[10] 則示生育後期所吸收之氮素直接運移於子實而不浪費於營養生長。Soubies等[17] 報告在吐絲期乾旱的地區，肥料深施效果尤爲顯著。凡此等等均可佐證上述試驗結果。

1984年秋作使用深耕犁和淺犁所組合的雙層施肥播種機所做試驗，結果亦證實肥料深施在霧峰一地有顯著的增產效果。惟此種肥料深施之效果在二崙卻並不顯著，可能與其底土之密實性較低有關，值得注意（表 8 上）。

1985 年秋作試驗（表 8 下） 更顯示霧峰此種肥料深施之效果約有一半可以歸功於播植行之深犁（in row subsoiling），雖然此種深犁只及深度20—25公分程度，尚不及破壞全部犁底層。

據Naderman 等[14,15]，美國海岸平原粗、中質地底土中所存硬盤，如行播植行深犁予打破，可顯著促進玉米根系在土中的伸展，改善養、水分吸收而獲得增產。但此種播植行深犁在底土較粘地區效果卻適得其反；因爲在這種土壤狀況下，深犁易使底土土塊掀起，致使玉米初期生育的苗床物理性惡化，影響生育。在本試驗中不整地下之肥料深施效果並未如整地者顯著，其原因亦可能與深耕犁行走時掀起底土土塊，破壞苗床之物理性有關。故不整地下之肥料深施效果尚待機械上之改進。

表8. 播植行深犁和肥料深施對玉米產量之效果（1984秋作）

Table 8. Effect of in-row subsoiling and deep banding of fertilizers on corn yield (TNG 351)

Fall crop 1984

Treatment \ Location	Wu-feng		Erh-lun	
	t/ha	Index	t/ha	Index
Conventional (ordinary application)	5.98b	100	5.87a	100
In-row subsoiling & deep placement	6.64a	111	6.04a	103

Fall crop 1985 (Wu-feng)

Treatment	With tillage		No-tillage	
	t/ha	Index	t/ha	Index
Conventional (ordinary application)	4.71c	100	4.84a	100
In-row subsoiling & deep placement	5.67a	120	5.07a	105
In-row subsoiling & ordinary application	5.17b	110		

參考文獻

1. 行政院農業發展委員會1983.稻米生產及稻田轉作六年計畫草案。影印資料。

2. 行政院農業發展委員會、臺灣省政府農林廳編印（1983修訂）。作物施肥手册。

3. 田中明、山口諄一、藤田耕之輔・1969.トウモロコシの營養生理學的硏究（第 3 報）。窒素施與量および栽植密度が乾物生產と子實收量に與える影響。日本土壤肥料學雜誌40：498—503。

4. 田中明、石塚喜明・1969.同 2（第 2 報）。生育相の展開にともなう無機養分および炭水化合物の集積、移動經過。日本土壤肥料學雜誌40：113—120。

5. 岩田文男・1972.トウモロコシの栽培理論とその實證に關する作物學的硏究，東北農業試驗場硏究報告第46號。P. 63—123。

6. 連深・1986.轉作田玉米肥料需要量與土壤肥力之關係。中華農業硏究35(3)：318—334。

7. Aldrich, S. R. and E. R. Leng. 1972. Modern Corn Production. p. 293~296. F & W Publishing Corp. USA.

8. Archer M. C., D. J. Hansen and D. F. Loussaert. 1982. Corn yields-rate-limiting factors and opportunities in plant growth regulation. In J. S. Mclaren, ed. Chemical manipulation of crop growth and development. Butterworth Sci., London. P. 253-265.

9. Calvert, D. V. and J. T. Pesek. 1964. Corn recovers N from deep in soils. Crops Soils 12 : 21. Cited from Olson R. A. 1979. Isotope studies on soil and fertilizer nitrogen. p. 25 in"Isotopes and Radiation in Research on Soil-Plant Relationships". IAEA, Vienna.

10. Chabalier P. F. and J. Pichot. 1979. Utilization of fertilizer nitrogen by maize crop in the Ivory Coast. p. 33 in "Isotopes and Radiation in Research on Soil-Plant Relationships". IAEA, Vienna.

11. Gass, W. B., G. A. Peterson, R. D. Hauck and R. A. Olson. 1971. Recovery of residual nitrogen by corn (Zea mays L.) from various soil depths as measured by ^{15}N tracer techniques. Soil Sci. Soc. Ameicra Proc. 35 : 290-294.

12. Kiniry J. R. and J. T. Ritchie 1985. Shade-sensitive interval of kernel number of maize. Agron. J. 77 : 709-715.

13. Liu, D. J. 1986. Cultural and Physiological studies of field corn grown on paddy field in Taiwan. Paper presented at the Sino-Japanese Symposium on the production technology of dryland food crops in paddy field.

14. Naderman, G. C. and G. W. Randall. 1984. Tillage for corn production on the Coastal Plian. P. 5-7 in Corn Production Systems: 1984 Coastal Plain Supplement. The North Carolina Agri. Extension Service, Raleigh, N. C.

15. Naderman, G. C. 1986. Subsurface compaction & subsoiling in North Carolina, an overview. The North Carolina Agricultural Extension Service.

16. Ritchie, S. W. and J. J. Hanway. 1984. How a corn plant develops. Special Report No. 48. Iowa state University. Ames, Iowa.

17. Soubies L., R. Gadet and M. Lenain. 1960. A new technique for nitrogen fertilization of maize. Fertilite. 10 : 27-35.

18. Tsai, C. Y., D. M. Huber and H. L. Warren 1978. Relationship of the kernel sink for N to maize productivity. Crop Sci. 18(3) : 399-404.

19. Tsai C. Y., H. L. Warren and D. M. Huber. 1985. Interactions of nitrogen nutrition and maize genotypes. Dept. Botany and Plant pathology, Purdue University, W. Lafayette, U. S. A. Mimeograph.

20. Yoshida, S., D. A. Forno and J. H. Cock. Laboratory manual for physiological studies of rice. The International Rice Research Institute, Philippines.

Characteristics of corn production in the drained paddies and their fertility managements

1. Differences of yield between crop seasons and soils, and the relevant factors

S. Lian and C. H. Wang

Summary

N x spacing experiments were conducted at Wu-feng (TARI) and Erh-lun (about 30Km south-west of TARI) to study the effects of levels of N and spacing (70×25 and 70×20cm) on dry matter production and yield of corn during 1983-1984 fall and 1984 spring crop seasons. In addition to the factors of N and spacing, the treatments at Wu-feng covered another factor, i. e., in-row subsoiling and deep placement of fertilizer versus conventional method of fertilization. The effects of the deep placement were further tested in the fall crops of 1984 and 1985. The results are as follows.

1. The vegetative growth period is far longer for the spring crop than for the fall crop. Consequently, the LAI (leaf area index) of the stand in spring is greater (about 4.3), even with a lower rate of N application. On the other hand, the duration of vegetative growth period is relatively short for the fall crop, and the LAI is small even with a high rate of N application. The combination of dense planting with high rate of N is required to attain higher LAIs.

In the spring crop, the silking stage occurs in the rainy weather in May, and lodging of plants is often serious, due to the height of plants and heavy rain. Mutual shading of leaves in the canopy is significant in the spring crop under heavy N application, while this is not so in the fall crop even with a high rate of N application and dense planting, due to the different plant type and better weather conditions. The period for ripening is longer in the fall crop than in the spring crop, due to lower air temperatures and consequently the dry matter production during ripening and yield are greater in the former than in the latter.

2. At the loction of Erh-lun where no obvious limiting factor of plant growth exists, the corn responds to both N and spacing significantly in the fall crop season; the maximum yield of 8.9t/ha was obtained under the dense planting (70×20cm, i. e., 71,400

---

1. Contribution No. 1388 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Soil scientist and research assistant, respectively, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, R. O. C.

plants/ha) and heavy N application (150～200 kg/ha). The yields were very well correlated with the LAIs at silking, which were high with denser planting and heavier N application.

3. The yields of the fall crop at Wu-feng was far lower than those at Erh-lun, with a maximumn of 6.6t/ha. The low LAI and moreover the low NAR (Net Assimilation Rate) of the leaves during ripening stage were attributed to the low yield. The lower phosphate fertility as well as the poorer physical property of the soil compared to that of Erh-lun were attributed for the lower vegeative growth and LAI, whereas the lower nutrient uptake duri ng the ripening stage was attributed for the lower NAR of leaves during the same stage. The in-row subsoiling and deep placement of basal fertilizer promoted the nutrient uptake particularly N and P during the ripening stage resulting a higher NAR of leaves during the same stage and consequently a higher yield (7.5t/ha).

4. The above results imply that both phosphate fertility and compactness of soil are the major factors affecting yield and both the close placement of starter fetilizer to the seeds and the banding of basal fetilizer in the subsoil are effective.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(1)：47～57（1988）

坡地鳳梨園長期鳳梨殘株敷蓋之水土保持效益[1]

鄭　慶　生[2]

摘要：坡地鳳梨園以鳳梨殘株敷蓋爲經濟有效的水土保持方法。爲明瞭長期鳳梨殘株之水土保持效益，本試驗以不同鳳梨殘株敷蓋方式及不同施肥量對土壤流失，土壤理化性質及鳳梨生育和產量之影響進行長期研究。試驗資料顯示：各處理對土壤流失控制及保持土壤水分效果，依次爲殘株敷蓋施全量、⅔量及½量肥料區，均較對照區（未敷蓋施全量肥料）爲佳，各處理間差異顯著。第二更新期鳳梨園土壤理化性測定結果除殘株垂直敷蓋施全量肥料處理區外，較第一更新期皆有劣化現象。土壤有機質、有效性磷及交換性鉀含量測定結果，各處理間差異均達顯著標準，皆以殘株垂直敷蓋施全量、⅔量肥料區較佳。土壤假比重、孔隙率導水率在試驗初期皆以翻犂區爲佳，各處理間差異顯著，至試驗後期則各處理間差異不顯著。土壤分散率、團粒穩定性、保水特性等測定結果，殘株敷蓋施全量、⅔量及½量肥料區均較對照區爲佳。第二更新期鳳梨產量除殘株垂直敷蓋施全量肥料區外，較第一更新期皆有減產現象。各處理間差異顯著，以殘株垂直敷蓋施全量及⅔量肥料區較高。二個更新期鳳梨殘株收量除殘株垂直敷蓋施全量肥料區外，均有下降現象，以第二更新期降低較多，敷蓋量直接影響水土流失、土壤水分含量、土壤理化性及鳳梨生育和產量，實施鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料可維持殘株產量。綜上所述長期殘株敷蓋以垂直方式施全量肥料對土壤流失的控制，土壤水分的保持，土壤物理性的改善及地力的維持或增進最佳，可促進鳳梨生育和提高其產量。其他殘株處理及對照區皆不可行。據試驗結果在近似本試區條件之坡地鳳梨園第一更新期利用鳳梨殘株敷蓋可節省⅓肥料用量，而第二更新期後，雖利用殘株敷蓋但減施肥料用量皆有減產現象。連續栽植鳳梨欲維持或增進其產量，需採用鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料處理。

鳳梨爲臺灣重要水果之一，其中大部份栽植於山坡地。由於一般山坡地土壤抗蝕性弱，加以本省地處亞熱帶地區高溫多雨，在長期之淋洗及風化作用下，除土壤流失外，易引起土壤劣化。連續栽植鳳梨，如未配合水土保持措施，產量必降低，甚至表土流失殆盡終成荒廢。

在坡地鳳梨園利用鳳梨殘株作敷蓋材料可就地取材，節省成本，解決敷蓋材料之來源不易及運搬難題，且經多項試驗 (3) (4) (10) 證明可有效控制水土流失，維持或增進土壤理化性，提高後作鳳梨產量。但長期栽植鳳梨，連續利用鳳梨殘株敷蓋其效果如何？有進一步探討必要。爲明瞭長期殘株敷蓋的水土保持效益，筆者於1976—1980年進行第一更新期鳳梨園不同的鳳梨殘株敷蓋方式及不同的施肥量對土壤理化性及鳳梨生育之影響試驗 (11)， 得知在近似試區條件的第一更新期鳳梨園，不論鳳梨殘株作地面或垂直敷蓋，均可節省三分之一肥料用量，尙不影響鳳梨產量，經過一個更新期後，土壤理化性在不同敷蓋方式及不同肥料施用量之影響下已有改變，而且供作後作鳳梨之殘株重量亦因處理不同而有差異，自1980起利用原試區進行第二更新期試驗，仍採用二種不同敷蓋方式，三種不同施肥量，並設有鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料處理的觀察區以作比較，探求連續鳳梨殘株敷蓋之各種處理對

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1389 號。本試驗承農委會計畫73農建—4.1—源—29（4乙）補助，謹此致謝。
2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

水土流失控制，土壤理化性和鳳梨生育之影響效果，再將二個更新期一併比較，以確定長期栽培鳳梨可行的殘株敷蓋方式及應施的肥料量，作爲坡地鳳梨栽培及土壤管理之參考及供推廣之依據。

材料與方法

本試驗在鳳山熱帶園藝試驗分所坡度16%西南向坡地原「鳳梨園殘株敷蓋方式對土壤性質及鳳梨生育影響之研究」試驗區，重新栽植鳳梨，繼續進行第二更新期試驗，試驗之處理及小區排列和第一更新期試驗相同。亦即在第一更新期鳳梨園試驗於1980年 2 月完成後隨即廢耕，除CK1處理區將鳳梨殘株搬離原地面外，其他處理均將鳳梨殘株切碎後敷蓋於原地面，當年 9 月在各小區原址依原來殘株敷蓋方式重新墾耕，再新植鳳梨繼續進行第二更新期試驗。鳳梨栽培制度採四年二收制，小區長度10公尺，寬度2.7公尺，面積爲27平方公尺，等高三角形二列式栽植，畦間100公分，行間50公分，株間30公分，每小區植 126株，供試鳳梨均爲正常開英種，試驗計七種處理，三重複，採完全逢機區集排列，各小區上端築有山邊溝一條以截洩逕流，各處理如下：

一、鳳梨殘株垂直敷蓋施½量肥料：鳳梨園廢耕後，將鳳梨殘株切碎敷蓋於原地面，於鳳梨栽植前翻犁土壤，同時將殘株翻入土中，鳳梨施肥量爲全量肥料之一半。以下簡稱 $V_{1/2}$ 處理。

二、淨耕施全量肥料：鳳梨園廢耕後，將鳳梨殘株搬離原地面不加敷蓋，於鳳梨栽植前耕犁土壤。鳳梨施肥量爲全量肥料。以下簡稱CK1處理。

三、鳳梨殘株地面敷蓋施½量肥料：鳳梨園廢耕後，將鳳梨殘株切碎敷蓋於原地面，於鳳梨栽植前後均不翻犁土壤，殘株仍敷蓋於原地面。鳳梨施肥量爲全量肥料之一半。以下簡稱$S_{1/2}$處理。

四、鳳梨殘株地面敷蓋不施肥料：鳳梨殘株敷蓋方法同$S_{1/2}$處理。鳳梨不施肥。以下簡稱 S_0處理。

五、鳳梨殘株垂直敷蓋不施肥料：鳳梨殘株敷蓋方法同$V_{1/2}$處理，鳳梨不施肥。以下簡稱V_0處理。

六、鳳梨殘株垂直敷蓋施⅔量肥料：鳳梨殘株敷蓋方法同$V_{1/2}$處理。鳳梨施肥量爲全量肥料的三分之二。以下簡稱$V_{2/3}$處理。

七、鳳梨殘株地面敷蓋施⅔量肥料：鳳梨殘株敷蓋方法同$S_{1/2}$ 處理。鳳梨施肥量爲全量肥料的三分之二。以下簡稱$S_{2/3}$處理。

觀察區：以往試驗已知鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料處理可維持或增進鳳梨產量，本試驗因限於試驗面積，未設此處理，僅設觀察區——鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料之處理區，以瞭解長期鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料之效益，並觀察其變化情形與上述各處理作比較，以確定其他處理之水土保持效益。

田間採用現行一般方法管理。施肥量依照農林廳編印鳳梨栽培手冊之肥料推荐用量施用[8]，主作期分別於 9 月20—30日，3 月 1 日，6 月 5 日，7 月25日，9 月15日，11月 5 日，3 月 1 日施肥，合計施用尿素1,320kg/ha，過磷酸鈣640kg/ha，硫酸鉀1,000kg/ha，宿根期分別於 8 月20日，10月20日，3 月 1 日施肥，合計施用尿素600kg/ha，硫酸鉀400kg/ha，稱爲全量肥料（標準施肥量）。

調查項目包括鳳梨殘株重量，土壤流失量，鳳梨生育與產量，土壤水分含量，土壤理化性質，土壤導水率、土壤團粒分析，土壤滲透情形及土壤保水特性等。土壤物理及化學性質之測定方法爲（1）土壤有機質以重鉻酸鉀法[2] [16]測定。（2）土壤有效磷以白雷氏第一法[2] [16]測定。（3）土壤交換性鉀含量以中性醋酸銨法[2] [16]測定。（4）土壤假比重及孔隙率之測定[14]：眞比重以一般比重瓶法測定，容積比重及土壤水分含量以採樣器（體積固定爲$100cm^3$），採取土壤烘乾後測定再依公式計算孔隙率。（5）分散率以鮑氏比重計法[2] 測定後再計算土壤分散率。（6）土壤飽和導水率之測定，以直徑 7 公分，高7.6公分之取樣筒，在田間取樣，將樣品浸水飽和後再以定水頭法[1] [19]測定。（7）土壤團粒平均粒徑以多重濕篩法[5] [17]測定。（8）土壤滲透率以圓筒法[9] 在田間測

定。（9）土壤保水特性測定：在田間採取土壤樣品經風乾過篩後，放置於土壤水分壓力抽取器（Soil moisture extractor）中，測定保水特性，所使用範圍在⅓～15 Bar 之間。

結果與討論

本試驗為換求長期鳳梨殘株敷蓋之水土保持效益，已於1976—1980年完成第一更新期試驗，自1980年起進行第二更新期試驗，並與第一更新期及觀察區比較討論。茲將所得各項結果分述如下：

一、土壤流失量

本試驗無水土流失觀測裝置，僅在第一更新期鳳梨園廢耕後，於各處理小區及觀察區分別埋置直徑½吋之 PVC 管15支，在下作鳳梨重新墾耕前測定鳳梨園休閒期間土壤流失深度，以比較土壤冲蝕情形。由於當年降雨量僅五百多公釐，土壤流失量相對減少，其結果如表一：

表1. 鳳梨園休閒期間各處理之土壤流失深度

Table 1. Soil loss from different treatments in fallowing season

理　處 Treatment	$V_{1/2}$	CK_1	$S_{1/2}$	S_0	V_0	$V_{2/3}$	$S_{2/3}$
土壤流失深度 Soil loss (cm)	0.01c*	0.31a	0.01c	0.02c	0.02c	0.06b	0.07b

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在 5 %水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

由上表知休閒期鳳梨園未加殘株敷蓋處理區土壤流失最高，實施殘株敷蓋處理區土壤流失很低，各處理之間差異顯著。休閒期控制土壤流失效果與殘株敷蓋量成正比。觀察區土壤流失深度為0.01公分，土壤流失亦很低。

第二更新期鳳梨重新栽植完成後，各處理小區及觀察區再分別重新埋置直徑½吋之 PVC 管15支，測定鳳梨生育期間土壤流失情形。由於鳳梨本身即為一種優良水土保持植物，再採等高密植方式，即具水土保持效果，且以 PVC 管測出的土壤流失高度甚為粗放，各處理測得結果經變方分析，各處理間差異不顯著。

二、土壤水分含量

為比較鳳梨園廢耕後不同處理對土壤水分之影響，在第二更新期鳳梨園重新墾耕前測定各處理區土壤在20公分和40公分的土壤含水量，其結果如下表：

表2. 鳳梨栽植前各處理土壤水分含量（單位%）

Table 2. Soil moisture contents under various treatments before new planting of pineapple crop

度 Depth	處理 Treatment $V_{1/2}$	CK_1	$S_{1/2}$	S_0	V_0	$V_{2/3}$	$S_{2/3}$
20cm	20.90*a	13.77 c	19.70 a	16.86 b	17.38 b	21.31 a	21.04 a
40cm	19.07 a	13.75 b	18.87 a	14.24 b	14.65 b	20.03 a	19.83 a

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在 5 %水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

據上表所示：土壤水分含量測定結果，各處理間差異顯著，鳳梨殘株敷蓋處理不論20公分或40公分深均較對照區爲高，其中又以 $V_{2/3}$ 處理區較高。另觀察區20公分及40公分深之土壤水分含量各爲21.96%及20.12%均較 $V_{2/3}$ 處理區爲高。土壤水分含量有隨鳳梨殘株量有增加而增加之趨勢。未實施鳳梨殘株敷蓋的CK_1區，地面蒸發較大且對土壤水分的保持較差，似影響後作鳳梨之生長及抽穗。

另乾旱季節每月採取土壤樣品（採取深度爲地表20公分），測定土壤水分含量，由於一年生鳳梨園與二～四年生鳳梨園各處理間土壤水分差異情形不同，故分別進行變方分析，所得結果如表三：

表3. 各處理土壤表層20公分之水分含量（單位：%）

Table 3. Soil moisture contents at 20cm depth in plots under various treatments

時 期 Period	處 理 Treatment						
	$V_{1/2}$	CK_1	$S_{1/2}$	S_0	V_0	$V_{2/3}$	$S_{2/3}$
一年生鳳梨 One year old pineapple plants	3.44*ab	9.83 c	14.07 a	12.18 b	12.64 b	13.84 ab	14.03 a
二—四年生鳳梨 2-4 years old pineapple plants	15.26 a	13.34 b	15.21 a	12.15 b	12.08 b	15.29 a	15.24 a

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者5%水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

由上表顯示：各處理土壤水分之變化及差異情形與第一更新期相似。一年生鳳梨園各處理間土壤水分含量差異顯著，以CK_1區較低，V_0及S_0處理區次之，一年生鳳梨植株尚小，覆蓋地面率低，故各處理土壤水分受殘株敷蓋情形影響很大，而以$S_{1/2}$處理區較高，觀察區與本處理相近。二～四年生鳳梨園各處理間土壤水分含量差異顯著，各處理以$V_{2/3}$、$V_{1/2}$、$S_{2/3}$及 $S_{1/2}$ 處理區較高，觀察區土壤水分含量爲15.4%與之相近，CK_1、S_0及 V_0處理區則較低。乾旱季節氣溫低，鳳梨生育幾乎停止，因此各處理間土壤水分含量之差異受植株蒸散影響較少，且殘株敷蓋量較高處理區鳳梨本身覆蓋地面較完密，能減少水分蒸發，其保水力亦較高，影響土壤水分含量。

三、土壤理化性

由於第一更新期鳳梨園鳳梨殘株收量和敷蓋方式及鳳梨施肥量等各處理不同，致第二更新期各處理間土壤理化性差異很大。爲比較二個更新期土壤差異，在與第一更新期相同的採樣時間，即種植初期（1980年10月），種植後一年（1981年12月）及宿根作收穫後（1984年1月）分別採取土壤測定土壤化學性質，並於試驗前期（一年生鳳梨園）及試驗後期（鳳梨廢耕之前）測定土壤物理性。各項土壤理化性質之測定結果如表四：

土壤有機質：第二更新期各處理土壤有機質之變化情形與第一更新期有相同趨勢，但有降低現象，亦均較觀察區（1980年爲1.86%，1981年爲19.5%，1984年爲1.73%）爲低。各階段測得結果，各處理間差異均達顯著標準，種植初期垂直敷蓋區仍較地面敷蓋區爲高，可能垂直敷蓋區鳳梨殘株腐爛較快，其中⅔處理區較$V_{1/2}$處理區爲高，宿根作收穫後各處理有機質含量，仍以CK_1、V_0及S_0三處理區較少，因CK_1區未曾施行殘株敷蓋，而V_0及S_0處理區因試區未曾施肥，殘株敷蓋量亦較少，且三處理區水土流失較嚴重所致。

土壤有效磷：第二更新期各處理土壤有效磷含量之變化情形與第一更新期有相同趨勢，但有降低現象，亦均較觀察區（1980 年爲345.8kg/ha, 1981年爲 329. 9kg/ha, 1984年爲 230.1kg/ha）爲低

表4. 各處理土壤理化性質測定

Table 4. The physico-chemical propeties of the soil under various treatments

項目 Item	年月 Month, Year	處理 Treatment						
		$V_{1/2}$	CK_1	$S_{1/2}$	S_0	V_0	$V_{2/3}$	$S_{2/3}$
有機質 Organic matter (%)	Oct. 1980	1.69*a	1.49b	1.66a	1.47b	1.51b	1.73a	1.70a
	Dec. 1981	1.77 b	1.63c	1.76b	1.65c	1.66c	1.89a	1.82ab
	Jan. 1984	1.48ab	1.39bc	1.46ab	1.25d	1.30cd	1.50a	1.49a
有效態 P_2O_5 Available P_2O_5 (kg/ha)	Oct. 1980	293.7a	215.2c	294.2ab	220.5c	228.4bc	303.2a	290.2ab
	Dec. 1981	263.7a	212.6b	264.1a	211.4b	205.2b	282.6a	260.4a
	Jan. 1984	211.4a	194.8a	212.5a	192.8a	195.3a	217.3a	215.3a
有效態 K_2O Exchangeable K_2O (kg/ha)	Oct. 1980	370.3ab	230.9d	350.7b	298.2c	289.5cd	410.6a	385.4ab
	Dec. 1981	244.76c	220.2c	240.7bc	208.9c	210.4c	281.1a	270.2ab
	Jan. 1984	175.0abc	180.6ab	172.0abc	158.2bc	152.2c	189.8a	184.7a
假比重 Apparent specitic gravity	Dec. 1981	1.47ab	1.46ab	1.57c	1.57c	1.50b	1.45a	1.58c
	Jan. 1984	1.57a	1.57a	1.60a	1.60a	1.59a	1.57a	1.61a
孔隙率 Porosity (%)	Dec. 1981	43.9a	44.2a	39.5b	40.1b	43.0ab	45.4a	39.7b
	Jan. 1984	40.1a	40.5a	38.5a	38.1a	39.5a	40.9a	38.5a
分散率 Dispersion ratio (%)	Dec. 1981	43.2ab	46.1c	44.9abc	46.5c	45.0abc	42.6a	45.9abc
	Jan. 1984	53.1a	55.3a	53.5a	54.3a	53.8a	52.9a	53.4a
導水率 Hydraulic conductivity (cm/min×10^{-3})	Dec. 1981	7.06a	6.85a	3.04b	2.54b	6.53a	8.27a	2.89b
	Jan. 1984	3.43a	2.81a	2.52a	2.41a	2.84a	3.6a	2.62a
平均團粒粒徑 Mean aggreate size (mm)	Jan. 1984	0.54a	0.52a	0.56a	0.58a	0.53a	0.63a	0.54a

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

，種植初期及種植後一年測得之土壤有效磷含量各處理間差異顯著，以$V_{2/3}$、$S_{1/2}$、$V_{2/1}$及$S_{2/3}$處理區較高，CK_1區最低。隨著栽培時間，由於施肥量及鳳梨生育需肥不同，至宿根作收穫後各處理間差異呈不顯著，由於磷肥易被土壤固定流失較少[(6)] [(7)]，且鳳梨需磷肥較少所致。

土壤交換性鉀含量：第二更新期各處理土壤交換性鉀含量變化情形與第一更新期有相同趨勢，但各階段測得結果均有降低現象，亦較觀察區（1980年為478k/ha, 1981年為320kg/ha, 1984年為212kg/ha）為低。各階段測得結果，各處理間差異均達顯著標準，均以$V_{2/3}$及$S_{2/3}$處理區較高，不施肥區最低。土壤交換性鉀的含量隨栽培時間而降低，宿根作收穫後降低很多，可能鉀肥易落於水而隨

逕流水流失及鳳梨需鉀肥較多之故 (12) 。

第二更新期各處理土壤假比重測定結果與第一更新期有相同趨勢，但數值較高，亦較觀察區（1981年爲1.43，1984年爲1.52）爲高。土壤翻犁區（$V_{2/3}$、CK_1、$V_{1/2}$、V_0）較未翻犁區（S_0、$S_{1/2}$、$S_{2/3}$）爲低，試驗前期各處理間差異顯著，且均較試驗後期爲低。至試驗後期各處理間差異不顯著。

第二更新期各處理土壤孔隙率測定結果與第一更新期有相同趨勢，但數值較低，亦較觀察區（1981年爲45.5%、1984年爲42.0%）爲低，以土壤翻犁區（$V_{2/3}$、CK_1、$V_{1/2}$、V_0）較未翻犁區（S_0、$S_{1/2}$、$S_{2/3}$）爲低。試驗前期各處理間差異顯著均較後期爲高，至試驗後期各處理間差異不顯著。

第二更新期各處理土壤分散率測定結果與第一更新期有相同趨勢，但數值較高，亦較觀察區（1981年爲41.5%，1984年爲48.6%）爲高。試驗前期各處理間差異顯著，以$V_{2/3}$處理區較低，CK_1 及S_0處理區較高。至試驗後期各處理間差異不顯著，仍以$V_{2/3}$處理區較低，CK_1處理區較高。因 CK_1處理未施行殘株敷蓋，土壤有機質含量降低，分散率較高，抗蝕性較差。

第二更新期各處理土壤飽和導水率之變化情形與第一更新期有相同之趨勢，但略有降低，亦較觀察區（1981年爲2.31×10^{-2}cm/min, 1984年爲6.23×10^{-3}cm/min）爲低，試驗前期較後期爲高，與前項土壤物理性測定結果一致。試驗前期各處理間差異達顯著標準，以$V_{2/3}$處理區較高，$V_{1/2}$處理區次之，S_0處理區較低。至試驗後期各處理間差異不顯著。

第二更新期試驗後期採取各處理土壤樣品測定土壤團粒平均粒徑，其數值愈大，土壤愈穩定，可增進土壤孔度與孔徑，增加土壤通氣及透水性，有助於作物生長。各處理間土壤團粒平均粒徑差異未達顯著標準，且均較觀察區（8.5mm）爲低，各處理以$V_{2/3}$處理區較高，CK_1區較低。

依土壤各項理化性測定結果顯示：第二更新期各處理之土壤理化性較第一更新期差，且各處理差異情形在第二更新期更顯著，顯示鳳梨長期栽培後，各處理因土壤流失，施肥量，殘株敷蓋量及敷蓋方式等影響，差異更明顯，觀察區土壤理化性則未見降低。

四、土壤滲透

第二更新期鳳梨園廢耕前在田間測定各處理區土壤滲透情形，本試區各處理土壤滲透在七小時後穩定，故以 7 小時計算各處理區滲透量，並以最初半小時之測定值計算最初滲透率，以第 7 小時之測定值計算最終滲透率，測定結果如表五：

表5. 土壤滲透量及滲透率測定結果

Table 5. Infiltration capacity and infiltration rate of the experimental soil

處 理 Treatment	$V_{1/2}$	CK_1	$S_{1/2}$	S_0	V_0	$V_{2/3}$	$S_{2/3}$
滲 透 量 Infiltration capacity (mm/7hr)	71.7*a	75.2a	62.5a	65.2a	70.2a	76.2a	74.7a
最 初 滲 透 量 Initial infiltration rate(mm/hr)	35 a	36a	31.3a	26.0a	30.7a	37.7a	34.3a
最 終 滲 透 量 Final infiltration rate (mm/hr)	5.5 a	6.1a	5.3a	5.2a	6.1a	6.2a	5.9a

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在 5 %水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

據上表知，第二更新期鳳梨園各處理間土壤滲透量，最初和最終滲透量之差異均未達顯著標準，且均較觀察區（滲透量爲78.5mm/7hr，最初滲透率爲 39mm/hr，最終滲透率爲 7.2mm/hr）爲低，此與其他土壤物理性測定結果頗一致。

五、土壤保水特性

在宿根作收穫後採取土壤樣品測定各處理區之土壤水分含量與微管勢能之關係以明瞭各處理土壤保水能力。分別將測得之各種微管勢能土壤含水量，經變方分析結果各處理間差異均未達顯著標準，可能採用調製土壤（攪動土壤）測定，與自然土壤樣品不同而誤差較大所致，僅將各處理測定給果列於下表：

表6. 土壤水分含量與微管勢能之關係

Table 6. Relationship between soil moisture content and capillary potential

微管勢能 Capillary potential (Bars)	土壤水分含量 Soil moisture content (%)						
	$V_{1/2}$	CK_1	$S_{1/2}$	S_0	V_0	$V_{2/3}$	$S_{2/3}$
⅓	27.78	26.98	27.69	26.73	26.85	29.21	28.23
1	15.02	14.90	14.98	14.75	14.80	16.10	15.26
5	9.43	9.08	9.22	9.01	9.04	9.92	9.61
10	8.72	8.31	8.51	8.21	8.28	8.92	8.80
15	8.19	7.92	8.11	7.72	7.78	8.36	8.23
有效水分 Available water (%)	19.59	19.06	19.58	19.01	19.07	20.85	20.00

據上表，第二更新期各處理土壤保水特性與第一更新期相較有減低現象。田間容水量（⅓巴）與凋萎點（15巴）之間的有效水分含量以$V_{2/3}$處理區較高達20.85%，$S_{2/3}$處理區次之爲 20.00%，但均較觀察區（22.51%）爲低，有效水分含量與土壤有機質含量呈極顯著正相關，其相關係數爲 0.96**，微管勢能在⅓巴時，土壤水分含量以$V_{2/3}$處理區較高爲29.21%，S_0處理區較低，土壤含水量爲26.73%。微管勢能在15巴時，土壤水分含量亦以$V_{2/3}$處理區較高爲8.36%，S_0處理區較低，土壤含水量爲7.72%。

六、鳳梨殘株重量

在第一及第二更新期廢料後，分別調查各處理小區鳳梨殘株鮮重量，其結果如下表：

表7. 各處理鳳梨殘株重量

Table 7. The weight of pineapple stubble under various treatments

期間 Period	處理 Treatment						
	$V_{1/2}$	CK_1	$S_{1/2}$	S_0	V_0	$V_{2/3}$	$S_{2/3}$
第一更新期 The first renewal (ton/ha)	168*bc	181a	167c	93d	96d	179ab	175abc
第二更新期 The second renewal (ton/ha)	124 b	158a	123b	38c	38c	145ab	135ab

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

由上表所示：二個更新期鳳梨殘株重量各處理間差異均達顯著標準，但均較觀察區（第一更新期爲 185ton/ha，第二更新 186ton/ha）爲低。第二更新期鳳梨殘株重量較第一更新期爲低。第一更新期各處理鳳梨殘株重量以CK_1區較高，$V_{2/3}$處理區次之，不施肥之V_0及S_0二處理區最低，與觀察區相較，CK_1及$V_{2/3}$二個處理區降低較少，不施肥之V_0及S_0二處理區降低最多。第二更新期與第一更新期殘株重量差異有相同的趨勢。惟第二更新鳳梨殘株降低之量較第一更新期爲多，爲試區土壤劣化原因之一。

七、鳳梨生育及產量

本試驗鳳梨栽培均採四年二收制，在抽穗前每二個月行生育調查一次，僅將最後一次調查結果進行變方分析，結果如表八。第二更新期鳳梨二收合計產量如表九。

表8. 各處理鳳梨生育調查

Table 8. Investigation of pineapple growth in each treatments

項目 Item	處理 Treatment						
	$V_{1/2}$	CK_1	$S_{1/2}$	S_0	V_0	$V_{2/3}$	$S_{2/3}$
株高 Height (cm)	73.4*a	59.0b	72.4a	47.1b	49.0b	78.9a	74.3a
葉寬 Leaf width (cm)	5.6a	6.4a	5.7a	4.5b	4.5b	6.6a	6.0a
葉長 Leaf length (cm)	69.6a	62.0b	68.6a	49.7c	49.4c	71.8a	70.2a

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在 5 %水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

表9. 各處理鳳梨產量（兩收合計）

Table 9. Fruists yield of pineapples total of two crops in the plots of various treatments

處理 Treatment	$V_{1/2}$	CK_1	$S_{1/2}$	S_0	V_0	$V_{2/3}$	$S_{2/3}$
小區產量 Yield (kg/plot)	164.2*bc	171.9b	155.7c	47.8d	43.9d	185.3a	171.9b

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在 5 %水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

由表八得知第二更新期各處理鳳梨生育情較第一更新期爲差，亦均較觀察區（株高爲 80.2cm，葉寬爲6.9cm，葉長爲75cm）爲差，各處理株高、葉寬及葉長間差異均達顯著標準，以 $V_{2/3}$ 處理區較佳，不施肥之V_0及 S_0 二處理區較差。二更新期之CK_1 區相較差異很大，可能長期未實施殘株敷蓋，土壤流失較多，土壤水分含量低，及土壤劣化以致影響第二更新期一收鳳梨抽穗率。CK_1 區產量與$S_{2/3}$相似，但鳳梨株收量却較$S_{2/3}$爲高，乃由於未抽穗的老株較多所致。

由表九顯示第二更新期鳳梨產量較第一更新期爲低，亦較觀察區（210kg/plot）爲低。各處理間差異顯著，以$V_{2/3}$處理區較高，不施肥之V_0及S_0處理區最低。在第二更新期鳳梨園，如以殘株敷蓋減施肥料用量皆有減產現象，欲維持或提高鳳梨產量需採用殘株垂直敷蓋施全量肥料。

結 論

鳳梨休閒期間鳳梨殘株垂直或表面敷蓋處理對土壤流失控制及保持土壤水分的效果均較對照區爲佳，有利於幼齡鳳梨生育，其效果大致與殘株敷蓋量成正比。一年生鳳梨園乾旱期各處理土壤水分含量以殘株敷蓋處理($S_{1/2}$、$S_{2/3}$、$V_{2/3}$、$V_{1/2}$、V_0、S_0)較 CK_1 區爲高。二～四年生鳳梨園殘株敷蓋處理之$V_{2/3}$、$S_{2/3}$、$V_{1/2}$及$S_{1/2}$處理區較 CK_1 區爲高，不施肥之V_0及S_0二處理區因生育差覆蓋率低，土壤水分含量較低。第二更新期鳳梨園土壤有機質、有效磷及交換性鉀含量均較第一更新期爲低，表示土壤肥力有降低現象，在試驗初期（包括種植初期及種植後一年）各處理間差異顯著，試驗後期（宿根作收穫後）除有效磷外，各處理間差異亦達顯著標準，殘株垂直或表面敷蓋施⅔肥料量均較 CK_1區爲高，雖然少用了三分之一肥料量，但土壤肥力仍較 CK_1區爲佳。土壤假比重、孔隙率、導水率受土壤翻犁與否影響很大，試驗前期土壤經翻犁之處理區（$V_{2/3}$、CK_1、$V_{1/2}$、V_0）較未翻犁區（$S_{2/3}$、$S_{1/2}$、S_0）爲佳。試驗後期則各處理間差異不顯著。土壤分散率、團粒平均粒徑及土壤保水特性測定結果，殘株敷蓋之$V_{2/3}$、$S_{2/3}$、$V_{1/2}$及 $S_{1/2}$ 四處理區均較CK_1區爲佳，乃因 CK_1 區未施用鳳梨殘株敷蓋，土壤有機質逐漸降低所致。第二更新期鳳梨產量均較第一更新期降低，尤以殘株敷蓋施用半量或不施肥區較嚴重。觀察區各項測定數值未有減少或降低現象，且較第二更新期及第一更新期各處理區爲佳。綜合言之，在近似本試驗區條件之坡地鳳梨園第一更新期鳳梨園利用鳳梨殘株敷蓋能減少三分之一肥料用量，但第二更新期採用殘株敷蓋減少三分之一肥料用量已無法維持產量，仍需施全量肥料。長期利用鳳梨殊株後，不同敷蓋方式和施肥量的差異情形更爲顯著，各處理以垂直敷蓋施全量肥料處理對土壤流失的控制，土壤水分的保持，土壤物理性的改善及肥力的維持及增進最佳，可促進鳳梨生育及產量。

參考文獻

1. 王孝才（1975）：果園水土保持方法之導水率測定・中華農學會報新92：127—131。
2. 臺灣省農業試驗所（1981）：作物需肥診斷技術。
3. 張雙滿、黃俊德、王武彰（1969）：鳳梨園水土保持方法之研究・臺灣水土保持試驗研究彙刊（Ⅰ）：187—230。
4. 張雙滿、黃俊德、王武彰（1969）：鳳梨園休閒期間水土保持處理比較試驗・臺灣水土保持試驗研究彙刊（Ⅰ）：179—186。
5. 陳清茂、高鑫森（1979）：覆蓋及敷蓋對坡地土壤穩定性之影響・中華水土保持學報10（2）：121—130。
6. 黃俊義（1978）：覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響・中華水土保持學報9（2）：83—92。
7. 莊作權、簡宣裕（1978）：百喜草覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響・中華水土保持報9（1）：57—66。
8. 黃季春（1977）：鳳梨栽培・臺灣省政府農林廳等編印。
9. 猿渡艮（1966）：噴灑灌溉講義・中國農村復興聯合委員會。
10. 鄭慶生（1981）：陡坡地鳳梨園敷蓋對水土流失、土壤理化性質及鳳梨生育和產量影響之研究・中華水土保持學報12（2）：175—184。
11. 鄭慶生（1984）：鳳梨園殘株敷蓋方式對土壤性質及鳳梨生育影響之研究（Ⅰ）・中華農業研究33（2）：141—152。
12. 蘇楠榮、黃昭榮、周永福（1956）：鳳梨園敷蓋稻草試驗・臺灣水土保持試驗研究報告彙刊（Ⅰ）：205—222。
13. 養賢堂（1957）：土壤養分分析法。
14. 養賢堂（1976）：土壤物理性測定法。
15. Broadbent, F. E. 1955. Basic problems in organic matter transformations Soil Sci 79：107-114.
16. Black, C. A. et al. 1965. Methods of Soil Analysis (Part I and Part II) America Society of Agronomy No. 9.
17. Gardner, W. E. 1956. Representation of soil aggregate-size distribution by a logarithmic-normal

distribution. Soil Sci. Amer. Proc. 20 : 151-153.

18. Larson, W. E. and Clapp, C. E. 1972. Effect of increasing amounts of organic residues on continuous crops. Agron. J. 64 : 204-208.

19. U. S. D. I. B. R. 1967. Water Measurement Mannal. U. S. Government Printing Office.

The Effects of Long-term Pineapple Stubble Mulching on Slopeland Pineapple Orchard[1]

C. S. Cheng[2]

Summary

Using pineapple stubble stubble mulching on slopeland for pineapple orchard is the effective and economical method for soil conservation. In order to understand the long-term effectiveness, different methods of pineapple stubble mulching and different amount of fertilizer application were used in this experiment for studing their influences on soil loss, soil physico-chemical changes, pineapple growing and yielding. The results showed that all the pineapple stubble mulching treatments had better results to control soil erosion and to maintain soil moisture content than the clean cultivation and their effectiveness are in order of pineapple stubble mulching with whole amount of fertilizer application, 2/3 amount and 1/2 amount of fertilizer application. Except the treatment of pineapple stubble vertical mulching, all the treatments in the second renewal crop of pineapple orchard showed more deterioration soil physico-chemical than the first renewal crop of pineapple orchard. There were significant differences among the treatments in respect to soil organic matter, available P_2O_5, and exchangeable K_2O. The treatments of pineapple stubble vertical mulching with whole amount or 2/3 amount fertilizer application showed the best results. In respect to soil apparent specific gravity, porosity and hydraulic conductivity, there were significant differences in the early stage of this experi ment and plowing treatment showed the best. But there were no significant differences in late stage of this experiment. The results of testing for soil dispersion ratio, aggregate stability, and moisture retention characteristics showed that treatments of pineapple tubble mulching with whole amount of fertilizer application, and with 2/3 amount or 1/2 amount of fertilizer applications were better than clean cultivation. All the treatments in the second renewal crop pineapple orchard, except the treatment of pineapple stubble

1. Contribution No. 1389 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Soil Scientist, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan City, Kaohsiung, Taiwan 83016, ROC.

vertical mulching with whole amount of fertilizer, showed poorer yielding than the first renewal crop of pineapple orchard, and the treatments of pineapple stubble vertical mulching with whole amount of fertilizer or 2/3 amount of fertilizer showed the higher yielding than other treatments. In conclusion, the treatment of pineapple stubble vertical mulching showed the best results for controlling soil loss, maintaining soil moisture content, improving soil physical characteristics and the fertility of soil which could improve pineapple growing and yielding. The other methods of pineapple stubble mulching or clean cultivation showed no good results. In the slopeland like in this experiment, the first renewal crop of pineapple orchard can use pineapple stubble mulching with 1/3 reduction of fertilize rapplication. But in the second renewal crop, it is necessary to use pineapple stubble ver-tical mulching with whole amount of fertillizer application to prevent the reduction of yielding. Using this method, the pineapple can be grown in slopeland continuously and will maintain the good yielding.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(1)：58～67（1988）

坡地夏季蔬菜園水土保持方法之研究[1]

鄭慶生　　林昭雄[2]

摘要：本試驗設置於鳳山熱帶園藝試驗分所坡度 11°（20%）東南向砂質壤土的坡地上。其目的在比較坡地夏季蔬菜園不同水土保持方法對水土流失控制效果，以及對土壤水分，土壤理化性和蔬菜生育之影響情形，以探求最經濟有效的水土保持方法，提供坡地夏季蔬菜園土壤管理及保育設計參考。本試驗包括一、內斜式平台堦段；二、百喜草帶狀覆蓋及敷蓋；三、百喜草條帶及戀風草敷蓋；四、無處理清耕對照區等四處理。

（一）各處理水土流失測定結果均以百喜草條帶及戀風草敷蓋處理區較少，百喜草帶狀覆蓋及敷蓋處理區次之，內斜式平台堦段處理區再次之，惟三者之間差異不顯著，而以無處理清耕對照區較多與其他處理區差異極顯著。

（二）各處理地表逕流水中養份流失量和水土流失量有大小相同之趨勢，逕流水中養份濃度以施肥後較高。

（三）旱季各處理土壤水分測定結果，以戀風草敷蓋區較高，無處理清耕對照區較低。雨季各處理土壤水分含量則以百喜草覆蓋區較高，仍以無處理清耕對照區較低。

（四）土壤化學性測定結果顯示：百喜草條帶及戀風草敷蓋處理區較佳，無處理清耕對照區較差，因水土及養份流失嚴重所致。

（五）根據土壤團粒平均粒徑、飽和導水率、假比重、分散率、孔隙率及土壤保水特性測定結果顯示：各處理以百喜草覆蓋較佳，而以無處理清耕對照區較差。

（六）本試驗結球白菜（夏陽品種）種植於高屏地區海拔34公尺之坡地，高溫多濕，產量不及高冷地。各處理以百喜草條帶及戀風草敷蓋處理區較高，無處理清耕對照區較低。

（七）根據各項綜合分析結果顯示：百喜草條帶及戀風草敷蓋處理對控制水土及養份流失，減少旱季土壤水分蒸發，改善土壤理化性，提高結球白菜產量之效果有較其他水土保持處理爲佳之現象及趨勢，尤以旱季土壤水分含量，土壤有機質及有效態鉀含量與其他處理間差異達顯著水準。故在與本試驗區各項條件近似的20%坡地夏季蔬菜園採用本方法較佳，尙適於農機作業，符合省工經營原則，爲一種簡易經濟有效的水土保持方法。

臺灣由於平地耕作面積有限，且已充份開發利用，在人口壓力下，坡地農作開發面積日漸增多，山坡地園藝生產爲其中重要部份，且有逐年增加趨勢。山坡地開發必須因地制宜，配合水土保持措施，才能確保產量品質及坡地安全。臺灣夏季受自然環境影響平地生產蔬菜成本提高而品質和產量降低，在高海拔地區特殊天然條件良好，有利於夏季蔬菜栽植，爲解決臺灣夏季蔬菜缺乏，因此坡地夏季蔬菜生產面積逐年提高。平台堦段爲坡地蔬菜園之水土保持方法，但由於構築費用高，往往未被採用，濫墾及超限利用處處可見，山坡地栽培勤耕作物未實施水土保持措施，造成的水土流失必更嚴重，不但產量及品質降低，且泥沙淤積下游河川水庫，影響人民生命財產安全甚鉅。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1390 號　。　本研究承農委會計畫75農建—2.3—糧—73（6）補助　，　謹此致謝。

2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員、研究員兼系主任。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

爲適應現代省工經營的山坡地農業，必須配合經濟、簡易、省工的水土保持方法[3,4,7,11,12]。筆者在「熱帶地區生產夏季蔬菜之坡地水土保持方法研究」[2] 中獲知，百喜草帶狀覆蓋及敷蓋與內斜式平台堦段二處理均能有效控制水土流失，較對照區可增加蔬菜產量，均爲理想的水土保持方法，而百喜草帶狀覆蓋及敷蓋對土壤物理性質的改善效果較佳，亦利於農機作業。在11° 左右的坡地夏季蔬菜園採用本處理方法更佳。爲進一步探求更具水土保持效益之處理方法應用於其他坡地蔬菜園，以提供坡地夏季蔬菜園經營之參考，特在坡地夏季結球白菜園舉辦本試驗。比較各種坡地蔬菜園水土保持方法對水土和養份流失，土壤水分含量，土壤理化性及蔬菜生育之影響，以確立經濟有效的坡地夏季蔬菜園水土保持方法，提高坡地夏季蔬菜產量。

試驗材料及方法

本試驗於民國74年1月起至76年6月止在鳳山熱帶園藝試驗所坡度 11° (20%) 東南向砂質壤土，原蔬菜園水土保持方法試驗區舉行。試區採逢機完全區集設計，四處理，二重複，共計八小區，小區面積寬5公尺，長15公尺，計75平方公尺。供試蔬菜種類爲結球白菜（夏陽品種），採等高條栽方式。每小區施用肥料爲 N2.25 公斤，P_2O_5 11.25 公斤，K_2O1.5 公斤及堆肥75公斤，以三分之一氮肥，全量磷肥，二分之一鉀肥及全量堆肥作爲基肥，種植後20天再以三分之一氮肥及二分之一鉀肥作第一次追肥，再經20天後以三分之一氮肥作第二次追肥。試區採用逢機完全區集設計，各小區上端築有山邊溝以阻截逕流，於各小區下邊設置旋轉盤分水裝置八組，以1/1500至1/3000分水觀測逕流，各處理方法爲：

(A) 內斜式平台堦段 (Reverse slope terrace)：於坡長15公尺之坡面上分設臺寬 2.7 公尺之內斜式平台堦段五條，外緣高於內側20公分，台壁種植百喜草，刈草後敷蓋於台面。結球白菜依等高三角形栽植，行距60公分，株距42公分，每一台面種植48株，每小區種植 240株。（以下簡稱A處理）。

(B) 百喜草帶狀覆蓋及敷蓋 (Strip covering and Mulching with bahia grass)：於坡長15公尺之坡面上每隔四行結球白菜，種植60公分寬的百喜草條帶，並兼作業道，草帶刈草後敷蓋於結球白菜四周。結球白菜依等高三角形栽植，行距60公分，株距42公分，每小區栽植 240株。（以下簡稱 B 處理，百喜草覆蓋部份稱 B1，百喜草敷蓋部份稱 B2）。

(C) 百喜草條帶及戀風草敷蓋 (Strip Covering and Mulching with bahia grass and Weeping Iove grass mowed for mulching)：於坡長15公尺之坡面上每隔四行結球白菜，種植60公分寬的百喜草條帶，並兼作業道，草帶刈草後敷蓋於結球白菜四周，易於草帶間加戀風草敷蓋，每次每小區鮮草量 160公斤，結球白菜栽植方法同 (B) 處理。（以下簡稱C處理，百喜草覆蓋部份稱 C1，戀風草敷蓋部份稱 C2）。

(D) 無處理清耕對照區 (Clean cultivation)：小區全面清除雜草，結球白菜栽植方法同(B)處理。（以下簡稱D處理）。

調查分析項目包括水土流失，逕流水養份流失，土壤理化性質，土壤滲透率，土壤導水率，土壤團粒平均粒徑、土壤保水特性及結球白菜產量等。

結果與討論

(一) 水土流失測定

本試驗以旋轉盤分水裝置觀測水土流失二年，然後將測得年水土流失量分別經變方分析結果顯示各處理間差異均達顯著水準，各處理對小區逕流量及土壤流失量之影響如下表：

表1. 各處理對逕流量及土壤流失量之影響

Table 1. Effects of various treatments on run-off aod soil loss

處理 Treatment	逕流量 Run-off (mm/yr)		土壤流失量 Soil loss tons/ha/yr	
	9185	1986	1985	1986
A	544*b	261 b	4.00 b	2.27 b
B	383 c	188 b	3.07 b	1.87 b
C	380 c	164 b	2.93 b	1.60 b
D	1,145 a	735 b	58.13 a	46.00 a

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Mutiple Range Test).

由上表知試驗區各處理水土流失量第一年較第二年爲高乃因第一年降雨量較第二年高出 387mm 爲主要原因之一，而降雨强度，降雨時間分配情形，土壤翻犁後隨即遇雨與否，土壤性質和水土保持處理情形等均足以影響水土流失量。各處理逕流量二年測定結果均以D處理區較高，A處理區次之，C處理區較低。各處理土壤流失量與各處理逕流量有相同趨勢，水土流失測定結果顯示：水土保持處理區之水土流失較低，有控制冲蝕之效果，其中百喜草條帶及戀風草敷蓋處理區水土流失最低，顯示百喜草條帶再加戀風草敷蓋其水土保持效益更高。

(二) 逕流水質分析

將各處理每次收集之水土流失樣品過濾後測定逕流水中養份濃度，再計算各處理小區年逕流水中養份之含量，所得結果經變方分析結果各種元素處理間差異均達顯著水準，各處理逕流水中養份流失量如表2：

表2. 各處理逕流水中養份流失量

Table 2. The nutrient losses in runoff water under various treatments

處理 Treatment	逕流水要素 Runoff water constituents ($g/75m^2/yr$)								
	NO_3-N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
A	139*b	128 b	361 b	219 b	56 b	0.36 b	2.88 b	19.2 b	2.54 b
B	96 c	90 b	251 c	242 b	59 b	0.23 b	1.75 b	16.6 b	2.41 b
C	105 c	104 b	276bc	227 b	51 b	0.25 b	1.86 b	16.4 b	2.48 b
D	323 a	423 a	581 a	473 a	147 a	0.62 a	5.04 a	92.0 a	19.32 a

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

由上表知，各處理區年逕流水養份流失量以D處理區較多，A、B及C三處理區較少，三者間除 NO_3-N 及K外差異不顯著，C處理區部份流失量較B處理區略高，可能係C處理區敷蓋材料腐化經礦質化作用後，提高了逕流水中養份濃度所致。

據全年十四次逕流水中養份濃度測定結果其平均數值依 A、B、C、D 四處理區之順序在NO_3-N (單位：me/l) 爲 0.211：0.203：0.248：0.187, P (me/l) 爲 0.228：0.230：0.255：0.310, K

(ppm) 爲 9.55 : 9.68 : 9.87 : 5.97, Ca (ppm) 爲 6.41 : 9.56 : 8.29 : 6.05, Mg (ppm) 爲 1.53 : 2.07 : 1.89 : 1.57, Cu (ppm) 爲 0.007 : 0.007 : 0.008 : 0.006, Zn (pm) 爲 0.059 : 0.050 : 0.053 : 0.048, Fe (ppm) 爲 0.46 : 0.69 : 0.64 : 1.07, Mn (ppm) 爲 0.054 : 0.073 : 0.075 : 0.189。各處理區養份濃度除 Fe, Mn 之外均以D處理區較低，乃因其逕流量較多所致。試區施肥後收集之逕流水中 NO_3-N, K, Ca, Mg 元素濃度呈顯著增加，例如施基肥後，收集的逕流水中養份濃度，依A、B、C、D四處理區順序在 NO_3-N (me/l) 爲0.35 : 0.31 : 0.33 : 0.33, K (ppm) 爲 33 : 36 : 38 : 20, Ca (ppm) 爲 20 : 36 : 33 : 14, Mg (ppm) 爲5.2 : 8.1 : 6.2 : 3.9。較平均數值增加很多，如遇上了大的降雨，養份必嚴重流失。施肥後所收集之逕流水中P及微量元素濃度則與平均數值差異較小。

(三) 土壤水分含量測定

在乾旱季節約每月採取各處理小區土壤樣品一次（採樣深度爲地表20公分，於蔬菜行間位置）共計十三次，以烘乾法，測定土壤水分含量，另在雨季降雨停止後以上述方法採取土壤樣品六次，測定各處理土壤水分含量，以比較各處理間土壤水分差異情形。將所得資料分別經變方分析結果各處理間差異均達顯著水準。各處理土壤水分含量如表3：

表3. 各處理土壤水分含量測定

Table 3. Soil moisture contents in plots under various treatments

處理 Treatment	土壤水分含量 Soil moisture content (%)	
	旱季 Dry season	雨季 Wet season
A	10.52*b	18.83bc
B1	9.32 c	23.26 a
B2	10.64 b	19.35 b
C1	9.35 c	22.87 a
C2	12.92 a	19.97 b
D	9.07 c	17.40 c

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

由上表知旱季各處理土壤水分含量以 C_2 處理區較高，與其他處理區差異顯著，B_2 及 A 處理區次之，D處理區較低。敷蓋處理可減少土壤水分的蒸發，故土壤水分含量較高，而覆蓋本身蒸散作用消耗水分故與無處理清耕對照區之土壤水分含量均較低。雨季土壤水分係在降雨停止之後測定，主要在比較各處理土壤涵養水分能力，各處理以B1及C1處理區之水分含量較高，仍以D處理區較低，因百喜草覆蓋區除本身保水能力較强外，茂密的根系亦增加土壤水分的保持效能，故降雨後之土壤水分含量較高，間接減少逕流量。

(四) 土壤化學性質測定

本試驗利用「熱帶地區生產夏季蔬菜之坡地水土保持方法研究」試驗地將其中戀風草敷蓋處理區改爲百喜草條帶及戀風草敷蓋處理，並於試驗初種植蕎麥當綠肥。根據前期試驗土壤分析結果顯示：各處理間土壤化學性質雖有差異，但尙未達到顯著水準，嗣後再經二年半之試驗，各處理間土壤化學性質差異逐漸變大。在二年半之試驗期間共採土壤樣品五次，分別按1：1水土比測定土壤pH值，以重鉻酸鉀法測定土壤有機質含量，以中性醋酸銨法測定土壤交換性鉀含量，以白雷氏第一法測定土

壤有效磷含量[6,9]，僅將試驗初期（1985年 3 月），中期（1986年 3 月）及末期（1987年 3 月）測定結果列於表 4：

表4. 各處理土壤化學性質測定

Table 4. The main chemical properties of soil in each treatment

處理 Treatment	pH 值 pH-value			有機質 Organic matter (%)			有效態 P_2O_5 Available P_2O_5 (kg/ha)			有效態 K_2O Exchangeable K_2O (kg/ha)		
	1985	1986	1987	1985	1986	1987	1985	1986	1987	1985	1986	1987
A	4.59*a	4.32a	4.44a	1.40b	1.41bc	1.34c	233a	267a	223a	292a	424a	309b
B1	4.89a	4.99a	4.97a	1.65a	1.62a	1.64a	150b	55b	54b	206b	209b	134d
B2	4.39a	4.30a	4.43a	1.41b	1.41bc	1.36c	235a	328a	255a	276a	432a	315b
C1	4.36a	4.57a	4.67a	1.38b	1.46b	1.60a	187b	96b	84b	237b	196b	160cd
C2	4.34a	4.42a	4.47a	1.39b	1.45b	1.47b	217a	299a	308a	245b	410a	373a
D	4.34a	4.02a	4.06a	1.31b	1.33c	1.27d	112b	78b	74b	229b	221b	191c

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在 5 %水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

由上表所示：（1）土壤 pH 值，試驗前後各期處理間差異均不顯著，百喜草覆蓋區之 pH 值較高，無處理清耕對照區較低。（2）土壤有機質，試驗初期（1985年）以 B_1 處理區較其他處理區高且差異顯著。試驗中期（1986）仍以 B_1 處理區較高，而D處理區已顯著的較其他處理區爲低。試驗末期（1987年），以 B_1 及 C_1 處理區較高， D 處理區較低，各處理間差異極顯著。（3）土壤有效磷：試驗前後各期各處理均以 C_2, B_2 及 A 處理區較高，B_1、C_1 及 D 處理區較低。而 C_2 處理區試驗前後期差異最大，係因敷蓋戀風草土壤有效磷提高所致。 B_1 及 C_1 處理區係百喜草覆蓋區，百喜草需養份，故土壤有效磷有逐漸降低現象。（4）土壤交換性鉀，試驗初期各處理以 A 及 B_2 處理區較高，至中期則以 B_2、A 及 C_2 較高，而至末期則以 C_2 處理區較高，本處理區係戀風草敷蓋區，故鉀含量顯著的增加，而種植百喜草的 B_1 及 C_1 處理區，因百喜草消耗養份，故有逐年降低的現象。D處理區因土壤及養份流失嚴重，土壤交換性鉀亦有逐漸降低現象。綜上所述，試驗後期較試驗前期各處理間土壤化學性差異更爲顯著，亦即顯示水土保持處理時間愈長，其效果愈顯著。試驗中期因前一年種植綠肥，各處理土壤化學性大致較試驗後期爲佳，綠肥對土壤肥力影響頗大。百喜草覆蓋區有茂密的根系，可維持土壤有機質含量，惟亦消耗肥力。百喜草條帶及戀風草敷蓋處理土壤肥力有逐年較其他處理顯著增加的趨勢。本試區之土壤化學性測定可做坡地蔬菜園土壤肥力管理之參考。

（五）土壤物理性測定

本試驗土壤經不同之水土保持處理後，在覆蓋與敷蓋之影響下，土壤物理性顯示差異頗大，進而影響水土流失量及蔬菜之生長。試驗末期測定各項土壤物理性質[8]如表 5 。

（1）土壤團粒平均粒徑 (Mean size of soil aggregate) ：各處理土壤樣品以多重溼篩法[10]測定土壤團粒平均粒徑，據表 5 所示，百喜草覆蓋之 B_1 及 C_1 處理區土壤團粒平均粒徑較大，顯示土壤團粒較穩定，可增加土壤孔度，促進土壤通氣及透水性，減少逕流量。

（2）土壤導水率 (Hydraulic conductivity) ：以直徑 7 公分，高7.6公分之取樣筒在田間取樣，再以定水頭法[1]測定土壤飽和導水率，由表 5 所示，百喜草覆蓋之 B_1 及 C_1 處理區土壤飽和導

表5. 各處理土壤物理性質測定

Table 5. The physical properties of the soil under various treatments

處　理 Treatment	團粒平均粒徑 Mean aggregate size (mm)	導水率 Hydraulic conductivity (cm/min×10^{-2})	假比重 Apparent specific gravity	分散率 Dispersion ratio (%)	孔隙率 Porosity (%)
A	0.37*b	0.71 b	1.58 a	46.8ab	40.4 b
B1	4.10 a	1.45 a	1.54 b	36.7 c	41.5 a
B2	0.38 b	0.75 b	1.57ab	45.2 b	40.6ab
C1	3.20 a	2.13 a	1.56 b	39.8 c	41.2 a
C2	0.42 b	0.76 b	1.57ab	44.6 b	40.7ab
D	0.29 b	0.16 b	1.60 a	49.5 a	39.9 b

*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

水率較高，此與土壤滲透率測定結果一致。

（3）土壤假比重（Apparent specific gravity）及孔隙率（Porosity）：由表5所示，各處理土壤假比重及孔隙率均以百喜草覆蓋的 B_1 及 C_1 處理區較佳，有利於土壤水分的保持。

（4）土壤分散率（Soil dispersion ratio）：由表5知，各處理土壤分散率以百喜草覆蓋的B_1及 C_1 處理區較低，亦即顯示百喜草覆蓋處理區抵抗土壤冲蝕力較大。

據上述各項測定結果知，各處理間土壤平均粒徑，導水率、假比重、孔隙率、分散率之差異均達到顯著水準，且均以百喜草覆蓋區土壤物理性較佳。

（六）土壤水分特性測定

爲明瞭各處理土壤保持水分能力，在試驗未期測定各處理土壤的微管勢能在 1/3、1、5、10、15 Bar 時之土壤水分含量，各處理測得之各種微管勢能土壤水分含量分別經變方分析結果各處理間差異均未達顯著水準，可能採用調製土樣測定與自然土樣不同而誤差較大所致，僅將各處理測定結果列於下表以供參考。

表6. 土壤水分含量與微管勢能之關係

Table 6. Relationship between soil moisture content and capillary potential

微管勢能 Capillary potential (Bars)	土壤水分含量 Soil moisture content (%)					
	A	B1	B2	C1	C2	D
1/3	19.08	20.07	19.12	19.77	19.33	18.45
1	15.95	16.89	16.21	16.37	16.24	15.33
5	12.45	12.90	12.56	12.72	12.59	12.32
10	9.60	9.87	9.64	9.71	9.68	9.23
15	7.96	8.37	8.01	8.17	8.10	7.86

由上表知，微管勢能在 1/3 Bar 時之保水能力以百喜草覆蓋區(B_1及C_1)較高，無處理清耕對照區（D）較低。微管勢能在 15Bar 時之保水能力以百喜草覆蓋區(B_1及C_1)較高，無處理清耕對照區

Studies on the Methods of Soil Conservation on Slopeland for Summer Vegetable Production[1]

C. S. Cheng and C. H. Lin[2]

Summary

Field experiment was conducted on 20% slopeland with sandy loam soil facing southeastern direction at the Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station. The purposes of this experiment were to compare the effects of various conservation methods on soil erosion control, soil moisture content, soil physico-chemical properties and vegetables production and to find out the most effective and economical method of soil conservation on slopeland for Summer. vegetable production. Four treatments including (A) reverse slope terrace;(B) strip covering and mulching with bahia grass; (C) strip covering and mulching with bahia grass and weeping love grass mowed for mulching; (D) cleancultivation were designed in this experiment, and the results were summarized as follows:

1. The least amount of water run-off and soil loss were found in the plot of strip covering and mulching with bahia grass and weeping love grass mowed for mulching. The next was the plot of strip covering and mulching with bahia grass, and the worst was found in the plot of clean cultivation.

2. Amounts of nutrient loss in runoff water in each treatment were proportional to those of run-off and soil loss . The result also indicated that the higher concentration of nutrients in runoff water was found immediately after the fertilizer application.

3. The moisture contents of soil during the dry season indicated that the higher amount was found in the plot of mulching with weeping love grass, and the lower amount was found in the plot of clean cultivation. The moisture contents of soil during the wet season indicated that the higher amount was found in the plot of covering with bahia grass, and the lower amount was found in the plot of clean cultivation.

4. The soil chemical properties indicated that the best treatment was found in the plot of strip covering and mulching with bahia grass and weeping love grass mowed for mulching, and the worst one was found in the plot of clean cultivation.

5. Based on the record of mean size of soil aggregate, hydraulic conductivity, apparent specific gravity, dispersion ratio, and porosity, the best physical properties of the

---

1. Contribution No. 1390 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Soil Scientist, Senior Horticulturist and Head, respectively, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Taiwan 83016, ROC.

soil was found in the plot of strip covering with bahia grass, and the worse one was in the plot of clean cultivation.

6. Chinese cabbages (cv. Hsia yang) were planted on the slopeland (34m above sea level) of kaopin area, the yields were inferior to those grown in cool area. The highest Chinese cabbages yield was recorded on the plot of strip covering and mulching with bahia grass and weeping love grass mowed for mulching, and the lowest chinese cabbages yield was on the plot of clean cultivation.

7. Based on the aforementioned results, the treatment of strip covering and mulching with bahia grass and weeping love grass mowed for mulching which can afford to control the water, soil and nutrient loss effectively, reduce evaporation loss of soil moisture content improve soil physico-chemical properties and higher yields was better than any other treatment, and it is worth to be adopted as the ideal method of soil conservation on 20% slopeland for summer vegetable production.

Jour. Agric. Res. China (中華農業研究) 37(1) : 68~75 (1988)

Physiologic Races of *Helminthosporium turcicum* in Taiwan[1]

C. C. Yeh and A. H. Tsai[2]

Abstract: Experiments were conducted to identify the races of *Helminthosporium turcicum*, the northern corn leaf blight fungus, and their distribution in Taiwan, and to explore their reaction in the currently grown maize cultivars. Leaf samples of northern leaf blight were collected from various growing areas and varieties/lines in 1987. Inoculum of a single lesion origin was considered an isolate. Several isolates were obtained from each collection site and/or variety/line. According to the reactions of each isolate on the differential varieties, three races of *H. turcicum*, namely race 1, 2, and 3, the same as in the U. S., were reported for the first time in Taiwan. Race 1 existed in Hualien and Taitung Counties (eastern Taiwan), race 2 in County (southern Taiwan), and race 3 in Taichung Chiayi (central Taiwan), Varieties/lines within a collection site did not influence the distribution pattern of race within that particular area. The grown cultivars Tainan 5, Tainan Selection 10, Tainan 11 and Tainan 16 were all susceptible to the three races. Sweet corn cultivar Honey 236 was susceptible to races 2 and 3 but resistant to some isolates of race 1. Tainung 351, the most resistant cultivar now, is resistant to racs 1 and 3 and only susceptible to a few isolates of race 2 from Chiayi County.

Northern leaf blight is one of the most destructive disease of maize (*Zea mays* L.) in most areas of the world where maize is grown [7,12,17]. The disease is caused by *Helminthosporium turcicum* Pass. (Syn. *Exserohilum turcica* (Pass.) Shoemaker, *Drechslera turcica* (Pass.) Subram. & Jain., perfect state: *Trichometasphaeria turcica* Luttrell =*Setosphaeria turcica* (Luttrell) Leonard & Suggs [9,11,13,14,17]. Young seedling, when repeatedly infected, can be killed . When the pathogen attacks older plants under favorable conditions it can reduce yields by two-thirds or more [3,6,7]. In Taiwan, heavy infections had been recorded in the 1960s when the susceptible cultivars Tainan 5 and Tainan 11 were extensively grown [19]. Fungicides maneb and zineb were recommended to the farmers for the control of this disease since then [1].

Three physiologic races of *H. turcicum* have been reported in the U. S. [2,15,18]. Race

---

1. Contribution No. 1391 from the Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). Research supported, in part, by the Council of Agriculture, Executiue Yuan, the Republic of Chaina.

2. Plant Pathologist and Assistant, respectively, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng 41301, Taichung, Taiwan, the Republic of China,

1, avirulent to maize plants having gene Ht, is the most common race in the U. S. corn belt[15]. In 1972 an isolate of *H. turcicum* virulent to plants having Ht was reported in Hawaii[2]. Race 3 of *H. turcicum* was collected in South Carolina in 1976[81]; ths race is virulent to plants having genes Ht2 and Ht3 but avirulent to plants having Ht. Up to now in Taiwan, no information of races of *H. turcicum* is available.

The objectives of this study were: (i) to identify, if any, the races of *H. turcicum* and their distribution pattern, and (ii) to evaluate their reaction in the currently grown maize cultivars in Taiwan.

Materials and Methods

Sample collection:

Northern leaf blight-infected maize leaves with typical symptoms of elliptic grayish-green lesions were collected in the spring crop season (May) of 1987 from different varieties/lines at Peipu of Hualien County, Kuanshan and Zueiho of Taitung County, Shueishang, Taipau, and Putzu of Chiayi County, and the Taiwan Agricultural Research Institute of Taichung County as shown in Table 2. The samples were dried in the laboratory at room temperatures until the water in the leaf tissue also was fairly removed when the leaves turned to gray color. They were, then, placed in paper bags sealed in plastic bags and stored at 4°C for use.

Purification and increase of inoculum:

Several single lesios from each collection site and variety/line were cut seperately and then put the single lesion on the top of a filter paper saturated with sterile distilled water in petri dish. The petri dishes were kept in an incubator (Hotpack-Model 332620) programmed for 8-hrs of light/day at 16°C. Abundant sporulation on the lesion surfaces was observed after two days[20]. If necessary, 1 to 3 times of repeat inoculations, following the methods described later in this report, could be conducted by inoculating the freshly-produced spores to the leaves of the susceptible cultivar Tainan 5 until the inoculum for each isolate was sufficient for race identification studies on the differential varieties and inoculation tests on the currently-grown cultivars.

Test plants:

Seeds of the differential varieties for race identification as shown in Table 1 were provided by Dr. H. S. Lu of the Agronomy Department, TARI from the University of Illinois. Seeds of the currently-grown cultivars as shown in Table 3 were purchased from Taiwan Seed Service or from local markets except Tainung 351 which was obtained from our breeders. Plants were grown in the greenhouse in black disposable plastic pots (diam. 6-in), 3 plants/pot, containing clay loams. In order to get plants with normal growth, one to two applications, depending upon the appearance of the plants, of chemical fertilizer (Taiwan Fertilizer Co. No. 39) were necessary. Five to 6-week-old plants (approximately 6—7 leaves/plant) were used for inoculations throughout the experiments.

Inoculations:

Inocula were prepared from the freshly produced spores, as described previously,

by agitating the sporulating lesions/leaves in a small amount of distilled water containing 100ug/ml of Tween 80. The concentrated spore suspension then were diluted to ca. 10,000~20,000 spores/ml for inoculations. Greenhouse-grown plants of the differential varieties for race studies were seperately sprayed with the spore suspension of each isolate using hand-drived plastic atomizers in floriculture until the leaf surfaces were completely wet [20]. Because there was only one race identified in each collection site, the isolates or lesions of the same place from different varieties/lines were mixed in the preparation of inoculum for testing the reaction of the grown cultivars to the three identified races of *H. turcicum*. Inoculated plants were covered with transparent plastic bags to keep high moist for infection and incubated in a local-made walk-in growth chamber programmed for 24/20°C (day/night) with 12-hrs of light illumination (11,000 lux at the top of the plants) per day [20]. Plastic covers were removed after 24 hours. Inoculated plants were either remained in the same growth chamber for observation or returned to the greenhouse if the temperatures were not higher than 28°C and lower than 18°C.

Host reaction:

Lesion types were recorded two weeks after inoculation. The susceptible (S) reactions were large, elliptic grayish-green lesions ranging from 3 to 5 cm or larger whereas the resistant (R) reactions were chlorotic type of lesions, and sometimes necrosis might be observed in the center of the lesions. However, they were much smaller than the susceptible ones [4,5,8] (Fig. 1).

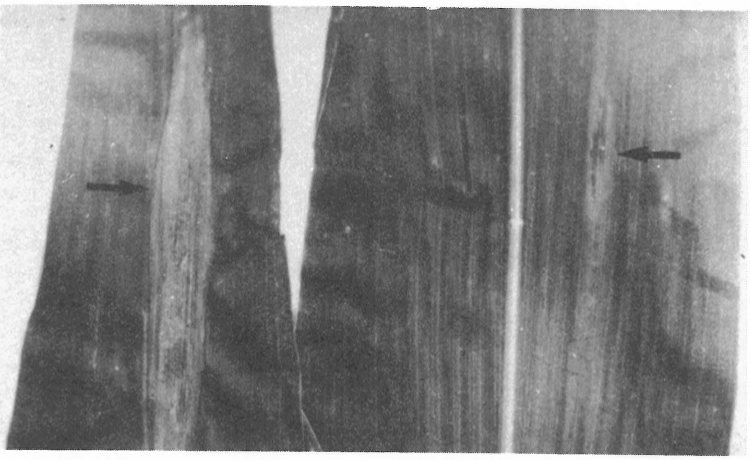

Fig 1. Susceptible (left) and resistant (right) reactions (arrows indicated) of northern leaf blight in maize leaves.

Race identification:

The reactions of the three U. S. reported races of *H. turcicum* in the differential varieties were summarized in Table 1 [2,8,10,15,16,18]. Race 1 produced susceptible (S) lesions on W153R, B37, and A619 and resistant (R) lesions on the rest of the differential varieties. Race 2 produced S lesions on W153R, B37, A619 and W 153 RHt1 A, and R lesions on the others. Race 3, on the contrary to race 2, was resistant on W153R, B37,

A619, W153RHt1A and susceptible on the others. By comparing the reactions of the isolates in this study with the reactions in Table 1, the presence of the races of *H. turcicum* in Taiwan was identified.

Table 1. Reaction of the three races of *H. turcicum* reported in the U. S. in the maize differential varieties (2,15,18)

Differential variety	Reaction of *H. turcicum**		
	Race 1	Race 2	Race 3
W153R, B37, A619	S	S	R
W153RHt1A	R	S	R
W153RHt2, B37Ht2, A619Ht	R	R	S
W153RHt3, B37Ht3, A619Ht3	R	R	S

* R : resistant reaction or small chlorotic type of lesions.
S : susceptible reaction or large elliptic grayish-green type of lesions.

Results

Races of *H. turcicum* and their distribution in Taiwan :

This is the first report on the races of *H. turcicum* in Taiwan. Based on the lesion types on the differential varieties, three physiologic races of *H. turcicum* were identified. All isolates collected from varieties/lines in the eastern parts of Taiwan including Peipu of Hualien County, and Kuanshan and Zueiho of Taitung County were all belonged to race 1. Isolates from cultivars Tainan 5 and Tainan 16 at Shueishang, Taipau and Putzu of Chiayi County were all belonged to race 2 and those collected from cultivar Tainan 5 at the TARI of Taichung County were all belonged to race 3 (Table 2, Fig. 2).

Table 2. Reaction of the differential varieties to the infection by the isolates of *H. turcicum* collected from different maize cultivars/lines in different maize growing areas of Taiwan, 1987

Collection site	Variety/line	Isolates collected	Reaction on differential varieties*				Race designation
			W153R B37A619	W153R Ht1A	W153RHt2 B37Ht2 A619Ht2	W153RHt3 B37Ht3 A619Ht2	
Peipu, Hualien	PS 1	10	S	R	R	R	Race 1
Peipu, Hualien	Tainan 16	11	S	R	R	R	Race 1
Kuanshan, Taitung	F 12	6	S	R	R	R	Race 1
Kuanshan, Taitung	PS 1	10	S	R	R	R	Race 1
Kuanshan, Taitung	Tainan 16	7	S	R	R	R	Race 1
Zueiho, Taitung	Mexico	9	S	R	R	R	Race 1
Shueishang, Chiayi	Tainan 16	15	S	S	R	R	Race 2
Taipau, Chiayi	Tainan 5	15	S	S	R	R	Race 2
Putzu, Chiayi	Tainan 5	15	S	S	R	R	Race 2
TARI, Taichung	Tainan 5	12	R	R	S	S	Race 3

*R : resistant reaction or small chlorotic type of lesions.
S : susceptible reaction or large elliptic grayish-green type of lesions.

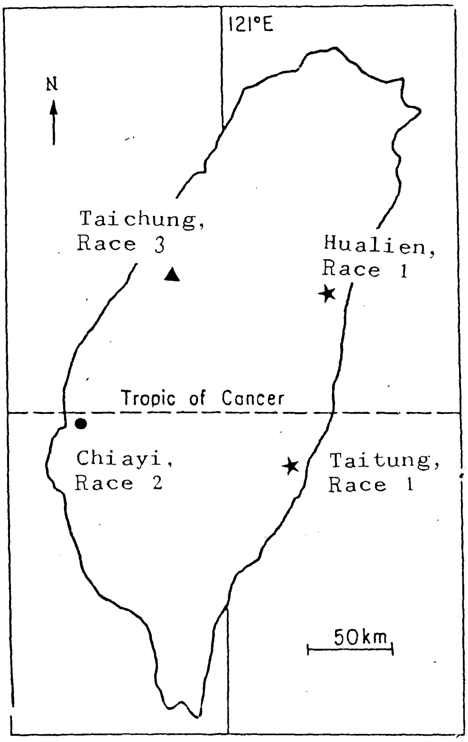

Fig 2. Distribution of races 1, 2, and 3 of *H. turcicum* in Taiwan, 1987.

Reaction of the currently grown cultivars :

Cultivars Tainan 5, Tainan Selection 10, Tainan 11, and Tainan 16 were susceptible to all the three races. Sweet corn cultivar Honey 236 was susceptible to race 2 and 3, but resistant to race 1 collected at Peipu of Hualien County and Zueiho of Taitung County. However, it is susceptible to the race 1 collected at Kuanshan of Taitung County. Cultivar Tainung 351 was resistant to all races except some isolates of race 2 collected at Shueishang in Chiayi (Table 3).

Table 3. Reaction of the currently grown maize cultvars in Taiwan to the infection by the three identified races of *H. turcicum*

Race	Source	Reaction of the cultivar*					
		Tainan 5	Tainan Sel. 10	Tainan 11	Tainan 16	Honey 236	Tainung 351
1	Peipu, Hualien	S	S	S	S	R	R
1	Kuanshan, Taitung	S	S	S	S	S	R
1	Zueiho, Taitung	S	S	S	S	R	R
2	Shueishang, Chiayi	S	S	S	S	S	S, R
2	Taipau, Chiayi	S	S	S	S	S	R
2	Putzu, Chiayi	S	S	S	S	S	R
3	TARI, Taichung	S	S	S	S	S	R

*R : resistant reaction or small chlorotic type of lesions.
S : susceptible reaction or large elliptic grayish-green type of lesions.

Discussion

This study revealed that all the three physiologic races of *H. turcicum* reported in the U. S. were all existed in Taiwan (Table 1, 2). Growing varieties did not influnce the distribution pattern of race within a certain area and there was only one race was identified within each area such as eastern, southern or central Taiwan (Table 2, Fig. 2). This may due to the small sample size. More observations or samplings from different varieties/lines in various years and seasons are needed. Cultivar Honey 236 was resistant to some isolates but susceptible to the other isolates of race 1. Tainung 351 also was observed with two types of lesions when it was inoculated with race 2 collected from cv. Tainan 16 at Shueishang of Chiayi County. Therefore, if Honey 236 and Tainung 351 were used as differentials more races of *H. turcicum* might be identified.

Cultivars Tainan 5, Tainan Selection 10 and Tainan 11 were all susceptible to the three races. Therefore. the prevalence of northern leaf blight in the 1960s were due to the lack of resistance in the growing cultivars during that time. When the resistant cultuvar Tainung 351 was released and extensively grown in the past few years the importance of northern leaf blight decreased since then. At the time of sampling for this study in Taitung area, northern leaf blight was very severe in a nickname variety Mexico. Therefore, if the acreage of this variety increased with time the importance of northern leaf blight might be increased. The cultivation of resistant variety Tainung 351 in the past few years also proved that breeding and growing resistant varieties is the most effective and economic strategy among the various disease control measures.

Literature Cited

1. Anonymous. 1986. Handbook of plant protection. Taiwan Provincial Department of Agriculture & Forestry.
2. Bergquist, R. R., and O. R. Masius. 1974. Physiologic specialization in *Trichometasphaeria turcica* f. sp. *zeae* and *T. turcica* f. sp. *sorghi* in Hawaii. Phytopathology 64 : 645-649.
3. Fisher, D. E., A. L. Hooker, S. M. Lim, and D. R. Smith. 1976. Leaf infection and yield loss caused by four *Helminthosporium* leaf diseases of corn. Phytopathology 66 : 942-944.
4. Hooker, A. L. 1961. A new type of resistance in corn to *Helminthosporium turcicum*. Plant Dis. Reptr. 45 : 780-781.
5. Hooker, A. L. 1963. Monogenic resistance in *Zea mays* L. to *Helminthosporium turcium*. Crop Sci. 3 : 381-383.
6. Hooker, A. L. 1973. Maize. pages 135-140 *in* R. R. Nelson ed. Breeding plants for disease resistance. The Penn. State University Press.
7. Hooker, A. L., A. Mesterhazy, D. R. Smith, and S. M. Lim. 1973. A *Helminthosporium* leaf blight of corn in the northern corn belt. Plant Dis. Reptr. 57 : 195-198.
8. Jordan, E. G., J. M. Perkins, R. A. Schall, and W. L. Pedersen. 1983. Occurrence of race 2 of *Exserohilum turcicum* on corn in the central and eastern United States. Plant Disease 67 : 1163-1165.
9. Knox-Davies, P. S., and J. G. Dickson. 1960. Cytology of *Helminthosporium turcicum* and its ascigerous stage *Trichometasphaeria turcica*. Am. J. Bot. 47 : 328-339.

10. Leath, S., and W. L. Pedersen. 1986. Effects of the Ht, Ht2, and/or Ht3 genes in three maize inbreds on quantitative resistance to *Exserohilum turcicum* race 2. Plant Disease 70 : 529-531.

11. Leonard, K. J. 1976. Synonymy of *Exserohilum halodes* with *E. rostratum*, and induction of the ascigerous state *Setosphaeria rostrata*. Mycologia 67 : 402-411.

12. Leonard, K. L., and S. Leath. 1986. Evidence that race 1 of *Setosphaeria turcica* caused the 1985 northern leaf blight epidemic in North Carolina. Plant Disease 70 : 981.

13. Leonard, K. J., and E. G. Suggs. 1974. *Setosphaeria prolata*, the ascigerous stage of *Exserohilum prolatum*. Mycologia 66 : 281-297.

14. Luttrell, E. S. 1958. The perfect stage of *Helminthosporium turcicum*. Phytopathology 48 : 281-287.

15. Pedersen, W. L., and L. J. Brandenburg. 1986. Mating types, virulence, and cultural characteristics of *Exserohilum turcicum* race 2. Plant Disease 70 : 290-292.

16. Perkins, J. M., and A. L. Hooker. 1981. Reactions of eighty-four sources of chlorotic lesions resistance in corn to three biotypes of *Helminthosporium turcicum*. Plant Disease 65 : 502-504.

17. Shurtleff, M. C. ed. 1980. Compendium of corn diseases. 2nd . ed. American Phytopathological Society, St. Paul MN. 105pp.

18. Smith, D. R., and J. G. Kimsey. 1980. Futher physiologic specialization in *Helminthosporium turcicum*. Plant Disease 64 : 779-781.

19. Tseng, C. M. 1982. Corn diseases. Pages 162-165 *in* S. H. Ou. ed. A report of the Plant Protection Protection Research Coordination Committee, Execituve Yuan, ROC.

20. Yeh, C. C., and A. H. Tsai. 1987. Screening for sources of resistance and inheritance of resistance in maize to northern leaf blight . J. Agr. Res. China 36 : 406-412 (English summary).

臺灣玉米煤紋病菌之生理小種[1]

葉忠川　蔡阿輝[2]

摘　要

玉米煤紋病 (northern leaf blight) 是玉米重要的葉部病害，玉米煤紋病菌 (*Helminthosporium turcicum*) 在美國報告有三種生理小種 (physiologic race)，但本省則未有研究，因此本試驗之目的在探討本省之玉米煤紋病菌的生理小種及其分佈做爲抗病育種之指標，並瞭解目前推廣之玉米栽培品種對各生理小種之抵抗性。於1987年春作，從花蓮之北埔、臺東之關山及瑞和、嘉義之水上、太保與朴子及臺中本所等地採得煤紋病病葉，將不同地點及不同品種／系上之各單一病斑分別處理當做一個菌株，病斑洗淨並陰乾後保存在 4°C 恒溫箱備用。若再將病葉重新在 16°C 保持濕潤二天後，病斑表面即會產生大量之分生胞子，以供調配接種源之用。源自單一病斑的每一菌株，可採用本試驗之接種方法在感病品種臺南五號上重複接種數次以增加接種源之量，直到有足量之接種源爲止。供試植物包括表一或表二中所列之判別品種及表三所列之栽培種，均在溫室以盆缽盛土培養至六至七個葉片 (約四～五週) 時，以花卉栽培用之小型指壓塑膠瓶式噴霧器噴洒各菌株之胞子懸浮液 (以含 100μg/ml Tween 80 之蒸餾水配製，濃度爲一萬至二萬個胞子／ml)，直到葉片表面完全溼潤爲止，接種後之植株在日溫 24±1°C 夜溫 20±1°C 之生長箱 (白天光照12小時，11,000lux) 以透明塑膠袋覆蓋保溼24小時後除去，以後植株可留置在生長箱或者當溫室內之氣溫在 28～18°C 之間時也可放在溫室內，接種後二週調查及記載病斑形態，大型紡錘形青枯病斑者爲感病 (S) 反應，小型黃化形病斑者爲抗病 (R) 反應。表一所列爲文獻上所記載在判別品種上各生理小種之反應，表二爲本研究接種試驗所得之結果，兩者比對即可知本省玉米煤紋病菌之生理小種。結果顯示美國所報告的三種生理小種本省均有存在，而且生理小種之分佈有地域性，本省東部包括花蓮之北埔及臺東之關山與瑞和所採集者均爲 Race 1，嘉義之水上、太保及朴子者均爲 Race 2，而於本所所採集者均爲 Race 3，但試驗中所採集之品種／系並沒有影響生理小種在同一地區內之分佈，亦即在同一地區之不同的品種／系上所獲得之菌株均爲同一生理小種。目前之栽培品種包括臺南五號、臺南選十號、臺南十一號及臺南十六號對三個生理小種均無抵抗性。超甜玉米236號僅抗來自北埔及瑞和之 Race 1的某些菌株，對 Race 2 及 3 則無抵抗性。臺農351號是目前最具抵抗性之品種，可抗 Race 1 及 3，僅對來自嘉義水上之 Race 2 的某些菌株表現感病反應。本研究顯示過去本省煤紋病猖獗，乃因栽培品種缺乏抵抗性所致，同時證明栽培抗病品種如臺農351號爲病害防治最經濟而且有效之方法。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1391 號。本研究部份經費承行政院農業委員會補助，謹此致謝。

2.本所植物病理系研究員及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(1)：76～85（1988）

豆類白粉病生態之研究[1]

謝麗娟　張義璋　簡錦忠[2]

摘要：自民國73年9月到75年6月止，於本所農場設立豆類白粉病觀測圃，每月播種大豆、綠豆及紅豆各一次，做白粉病的發病度調查。結果顯示各播種期中，綠豆最早發病，且最爲感病；紅豆次之；大豆於本試驗期間均未見發病。綠豆及紅豆白粉病之病勢，均自秋末（10月底）開始急速進展，冬季期間（11～次年1月）罹病率最爲嚴重，春末（4～5月）病勢開始下降，夏季期間發病輕微。白粉病圃空氣中分生胞子之密度，日間比夜間多，尤其午間達最高峯；田間空氣中之分生胞子量與白粉病罹病程度呈正相關。除75年春北港地區的綠豆白粉病較嚴重外，73、74年冬季的屏東紅豆產區，和74年春的嘉義綠豆產區所調查的白粉病害，發病都較輕微。綜合各氣象資料做分析，可瞭解各氣象因子對病害之發生，實具有直接或間接的影響。故爲減少白粉病的發生，當秋作時，宜較早播種，而春作則採較晚播種爲佳。

據農林廳之統計[3]，民國71年本省除落花生以外之豆類雜糧作物，種植總面積達 39,123ha，其中以紅豆 17,825ha，栽培面積最廣，其次大豆 7,782ha，花豆及綠豆各爲 3,678及 3,426ha再次之。依產地價格估計紅豆十一億五千萬元，大豆二億七千萬元，綠豆五千五百萬元等，三種作物總值即高達十四億七千五百萬元。

除落花生外，上述豆類植物生長期間極易受白粉病危害，本病主要發生於較乾燥之季節。初期病徵是由下位葉開始產生白色粉狀斑點，嚴重者覆蓋整個葉面，阻礙光合作用，並吸取葉片養分，造成黃化、褐色壞疽、枯萎及提早落葉，影響植株生長勢。莖、花序及豆莢亦會受害。故影響產量和品質鉅大。因白粉病菌是絕對寄生菌，本省對各作物白粉病之研究，尙甚缺乏。而大豆白粉病在國外已有研究報告，但本省却一直沒有記載，所以增加大豆供試作物的研究。加以大豆、紅豆及綠豆的種植，雖有秋作和春、夏作，但本省大豆以高屏地區的秋季裡作爲最多，紅豆多秋植，綠豆則以春作爲主[4]。屏東農專曾進行紅豆白粉病田間消長之研究（書信瞭解）。但儘種植一次，而後觀察紅豆生長期間白粉病之發生情形，並不能瞭解白粉菌周年消長之情形。故本研究擬以不同栽培期，配合氣象資料，以分析株齡與氣象因子對白粉病發生之影響，並進行病菌胞子採集，以瞭解病原菌在田間之消長與發病的關係。期就豆類白粉病生態之探討，進行調查分析，以研擬經濟有效之防治對策。

材料與方法

(一) 周年白粉病消長之調查

1.白粉病觀測田之設置及調查方法

於民國73年9月起至75年6月止，在本所農場設立大豆、紅豆及綠豆等試區，每月播種一次，小

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1392 號。本研究經費承農委會74—農建—4.1—產植146（13）及75—農建—7.1—糧—56（7）計畫補助，謹此誌謝。

2. 本所植物病理系助理、副研究員、研究員。　臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

區面積爲 7×7m。大豆採點播，行株距 40×15cm；綠豆採條播後間拔，行株距 40×15cm；紅豆採點播，行株距 30×15cm。以一般管理方法栽培之，在生長期間隨時觀察病害的發生，發病後即每二週調查其罹病度，直到採收或病株枯死爲止。調查時每小區採拉丁方格的抽樣方式，固定取16株做調查。調查依據是每一複葉或增葉，當未發現有罹病病斑者歸爲 0 級，罹病病斑面積小於 1 %者爲 1 級，大於 1 %小於 5 %者爲 2 級，小於10%爲 3 級，小於25% 4 級，小於50% 5 級，小於75% 6 級，大於75%甚至枯死者 7 級。記錄每一豆株的各增葉、複葉的罹病級數後，再換算出罹病度。

$$罹病度\% = \frac{0\times n_0 + 1\times n_1 + \cdots + 7\times n_7}{7\times N} \times 100\%$$

（註：n_0, n_1, …n_7 表示0級、1級……… 7級之葉數和，N表示總葉數）

2.白粉病菌分生胞子之採集

於觀測田中央，離地面 60、30、10、0cm 等四個不等高度的位置，各放置塗有明膠的玻片，試行採集田間飛散之白粉病菌分生胞子，每天換片一次，並以顯微鏡（ 150倍）鏡檢其胞子量。綜合數天觀察的結果後，再以能採得最多胞子量的高度，做爲每天採胞的基準。並在玻片上方 50cm 處，擺置一頂以竹竿撐起的大笄笠，防止玻片被雨水沖淋。以此即自民國73年11月起進行採胞，每天換片一次，再鏡檢一蓋玻片（18×18mm）範圍內之胞子數。

另在白粉病發生期，於能採得最多胞子量的高度位置，將塗有明膠的玻片，擺置不同的時段，即 9：30—11：30，11：30—13：30，13：30—15：30，15：30—17：30，17：30—翌晨 9：30，以採集這五個各不同時段內的胞子，並鏡檢一蓋玻片內的胞子數。

3.氣象資料之收集

在觀測田中，放置自記溫、濕度計及雨量計各一具，以記錄每天的溫度、相對濕度和雨量等氣象資料。

（二）、產地豆類白粉病發病之調查

民國73、74年冬季各 2 次、 3 次，往大豆、紅豆產區屏東一帶，民國74、75年春季各 5 次、 4 次，往綠豆產區嘉義一帶，調查各豆類白粉病之發病情形。

結　　果

（一）、周年白粉病消長之調查

1.白粉病觀測田之發病狀況

自民國73年 9 月至75年 6 月止，每月的12日播種一次大豆、綠豆及紅豆，並做白粉病之發病調查。結果以綠豆對白粉病最爲感病，紅豆次之，大豆則不發病。民國73年綠豆自10月中旬開始發現有白粉病發生，11月以後病勢的進展迅速，至74年 2 月則較遲緩，甚至不再蔓延。 3 月中旬後才又陸續發生，且漸趨嚴重，但病勢似較秋冬發生期平緩。 6 月中旬後，發病最是輕微。當11月至75年 1 月中旬止，則又嚴重的發病，其次是 4 月中旬至 6 月初。即在近二年的調查中，綠豆於全年的栽植期間，以冬季（11～次年 1 月）發病最爲嚴重。紅豆則自民國73年11月上旬開始發現感染白粉病害，病勢之進展趨勢與綠豆同，全年栽植期間，以12～次年 1 月止發病最嚴重。再比較綠豆、紅豆各播種區的發病情形，發現紅豆均比綠豆較晚感病，病勢也較輕。而不論綠豆或紅豆，均以秋冬期間罹病較重，春季生長期感病則較輕，尤其紅豆最爲明顯。再由此白粉病發生周年之消長情形，發現同一時期，不同株齡之病勢進展相近。即不同株齡之豆株，感病之差異不大（圖一）。

2.白粉病菌分生胞子之採集

在晴朗不下雨的天氣，將塗有明膠的玻片，放在離地面不等高度的四個位置，先試行採集胞子，如表一所示，發現經六天觀察的結果，以距離地面 10cm 處，平均所採得的胞子數約19.8個／天，要較其他三個位置所採得的多。故以距離地面 10cm 的高度爲基準，自民國73年11月起，每天採集胞子

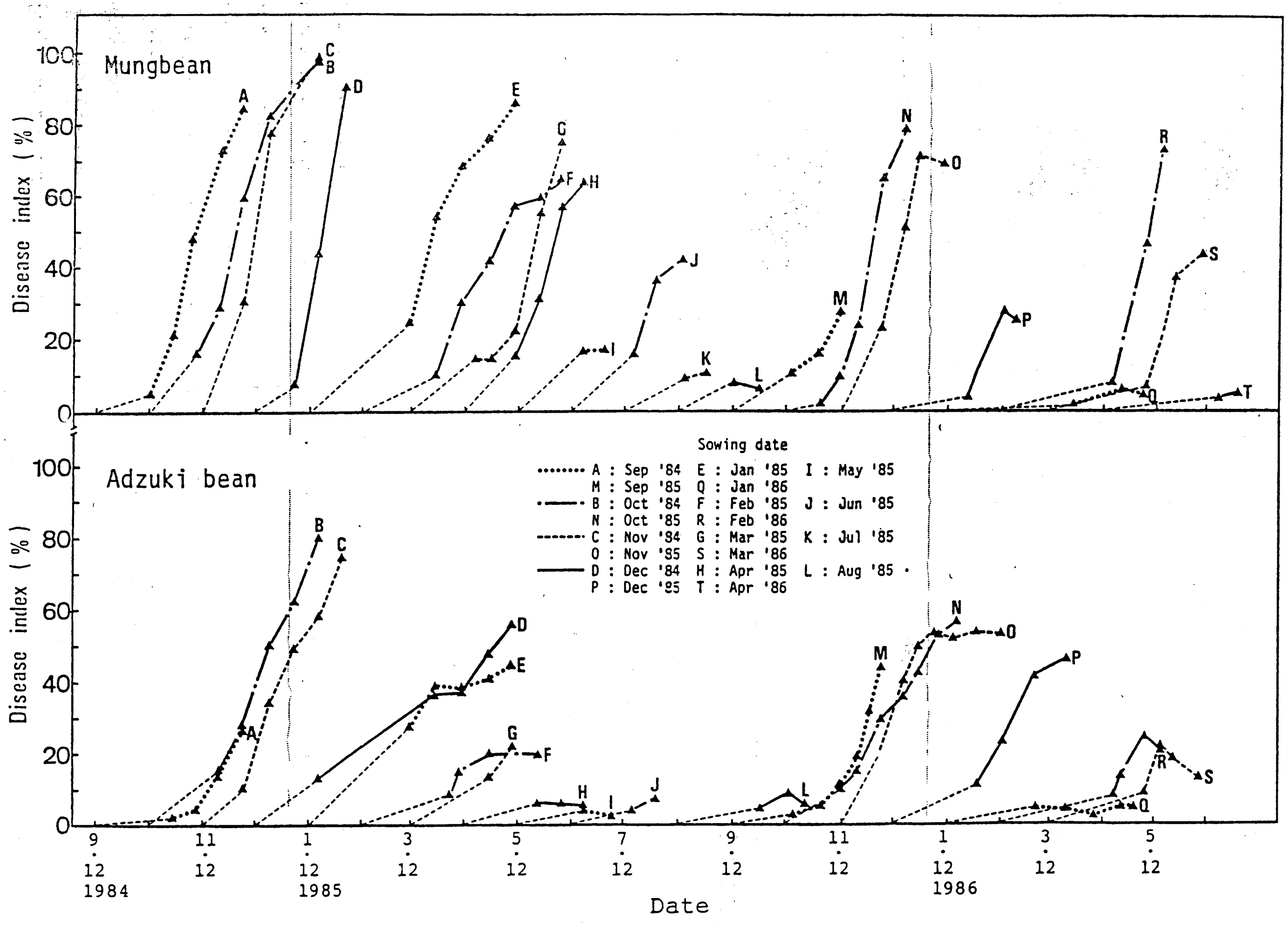

圖1. 不同播種期綠豆及紅豆白粉病之發生情形

Fig. 1. The occurrence of powdery mildew of mungbean and adzuki bean for the different sowing date.

表1. 觀測田中，白粉病菌分生胞子之採集量

Table 1. Number of conidia of *Erysiphe polygoni* trapped on glass slides in the field.

Spore no. / Height / Date	Height above ground (cm)			
	60	30	10	0
10.23	0	0	4	0
10.24	0	0	14	8
10.30	4	0	3	0
10.31	0	0	45	0
11. 1	0	0	14	8
11. 2	0	13	39	24
Average	0.7	2.2	19.8	6.7

，經顯微鏡觀察，再算出每週的平均胞子量，結果見圖二。剛開始時，胞子數較少，以後即漸次增加，在11月中旬至12月初期間，可採得較多數的胞子，其中以11月底達最高峯，平均 618個／天胞子之多。以後即漸次降低，74年 3 月以後胞子數又漸增，在 3 月中旬至 4 月初之間，胞子數較多，尤其 3 月底最多，平均每天採得 666個。 4 月後又呈顯著的減少。和去年的結果相同，當11至12月初期間，胞子數又增加，尤其11月底，平均 604個／天胞子爲最多。75年 5 月間亦可採得較多數的胞子，但只以 5 月初平均 198個／天胞子爲最多，較去年的結果減少許多，以後直到 6 月底止，胞子數都很少。

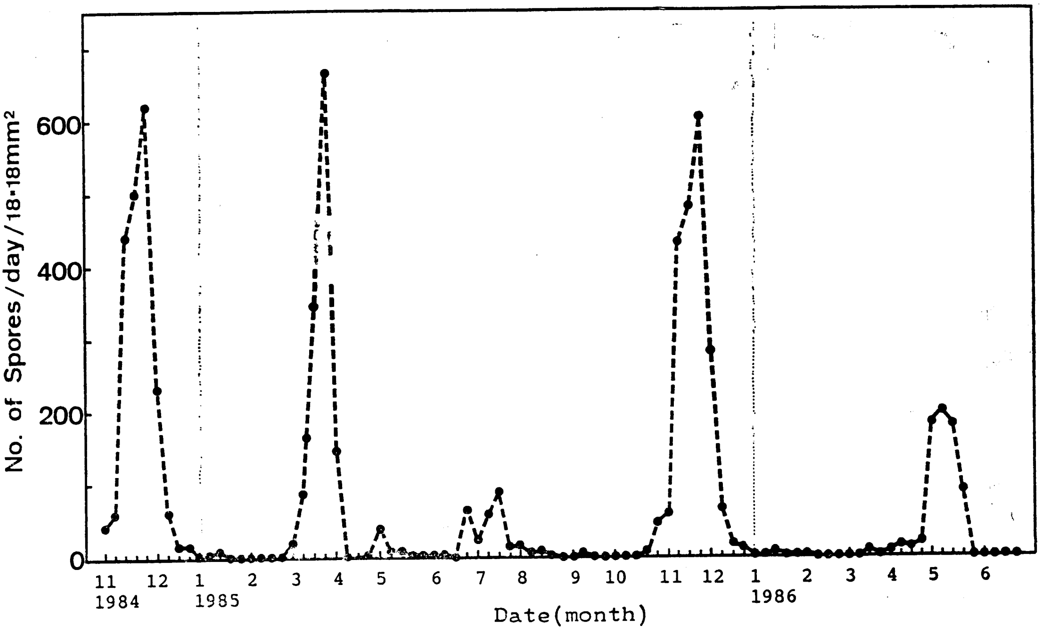

圖2. 田間綠豆、紅豆白粉病的分生胞子採集量

Fig. 2. Number of conidia of *Erysiphe polygoni* trapped on glass slides in the field.

爲瞭解綠豆、紅豆白粉病菌分生胞子，在田間一天中的飛散情形，當春天白粉病發生期時，距離地面 10cm ，分別在不同五個時段裡採集胞子（表二）。結果以夜間（17：30～翌晨 9 ：30）平均每小時採集 0.9個，較日間的任一時段都少。在日間又以中午（11：30～13：30）所採集的胞子數最多

，平均62.0個／小時。

表2. 觀測田中，白粉病菌分生胞子之飛散情形

Table 2. The dispersal of conidia of *Erysiphe polygoni* in the field.

Spore no. / Time / Date	9：30 | 11：30	11：30 | 13：30	13：30 | 15：30	15：30 | 17：30	17：30 | Next day9：30	Total Spores
3.15	11	19	47	0	2	79
3.19	7	225	28	27	3	290
3.20	48	128	0	25	37	238
Average(no./hr.)	11.0	62.0	12.5	8.7	0.9	8.4

3.氣象資料之收集

依田間氣象資料之記錄，民國73年9月至次年1月的平均氣溫是逐漸下降，依次是30.7、25.9、21.1、15.9及14.6°C。以後即漸漸昇高，到7月止依次是16.2、17.5、21.9、25.5、26.8和28.5°C。8月到12月溫度則陸續下降為27.6、26.6、25.3、20.8、15.6°C。75年1、2月溫度較去年低，為13.3和13.6°C。以後又逐漸上昇，至6月止依次是17.5、23.0、24.9和27.3°C。相對濕度在9月至12月，呈逐次下降，平均各為83.1、81.4、81.1和80.4%。次年1月亦乾燥81.2%。以後則因雨水較多，相對濕度隨著昇高，尤其2月高達89.2%。3月至6月分別是88.2、86.6、85.4和86.8%。7月氣溫高，加以雨水缺乏，故最是乾燥78.6%。8、9月因雨水較多，相對濕度較高，85.4和89.0%。10月至75年1月止，則逐漸下降，平均各為86.7、82.7、81.9和80.1%。2月較高為85.9%。3月至

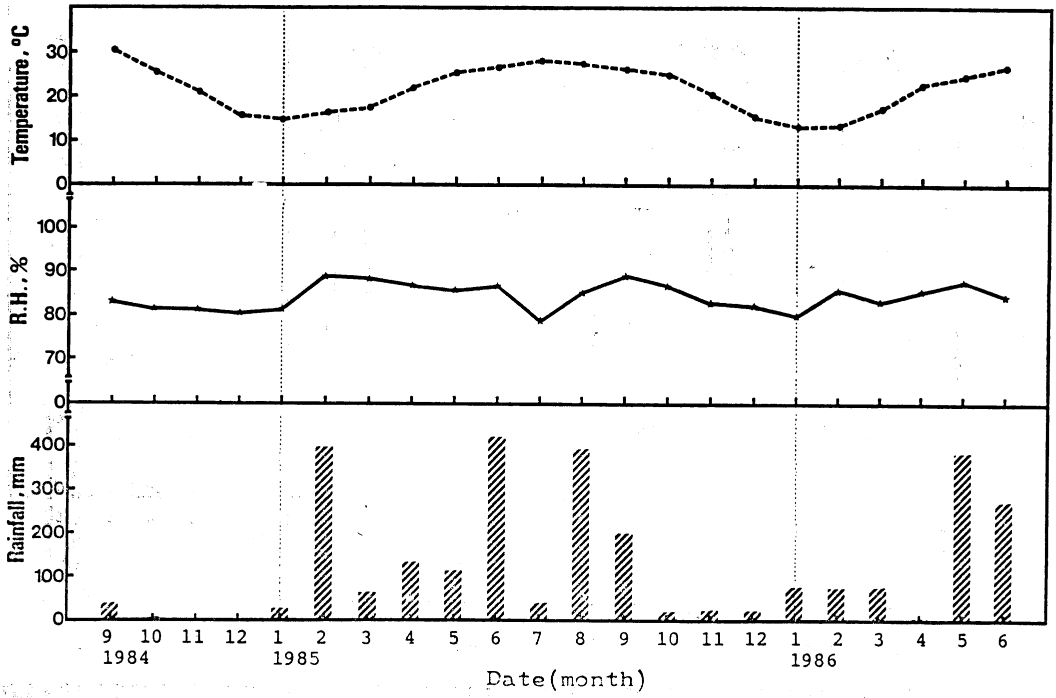

圖3. 1984年9月至1986年6月止，農試所觀測田中，溫度、相對濕度和雨量的氣象記錄

Fig. 3. Temperature, RH and rainfall recorded in the field of TARI from September 1984 to June 1986.

6月止，則分別爲83.3、85.5、87.7和84.3%。民國73年9月裡，降雨日數6天，降雨量36.0mm。10、11、12及次年1月，幾乎都不下雨。以後至74年年底，以2月的降雨日數19天，降雨量397.6mm，和6月的14天，420.5mm，及8月的16天，393.0mm，降雨最多。其他3月降雨較少，僅5天，62.0mm；4月是10天，132.5mm；5月4天，117.5mm；7月5天，39.0mm；9月是11天，201.8mm；10、11、12月則降雨稀少。75年1、2、3月降雨亦不多，分別爲1天，78.0mm；9天，77.5mm和10天，78.0mm。4月雨量則較去年少，爲2天，4.5mm。5、6月降雨量較多，各爲14天，386.2mm，和13天，273.5mm。即自民國73年9月至75年6月止，每月的平均溫度，以6～9月的氣溫較高，和75年的1、2月氣溫較低外，大約都在15～25°C之範圍。相對濕度則除7月較低外，都維持在80～90%之間。而降雨量以春季較秋冬時要多（圖三）。

（二）產地豆類白粉病消長之調查

民國73、74年年底，到大豆、紅豆產區屏東一帶，調查白粉病的發生情形。結果大豆都未見發病。而紅豆在當地是10月初旬播種，與本所觀測田中B區（73年10月12日播種）、N區（74年10月12日播種）的播種期約同時。二年的調查均選擇四個定點田圃，即南州（N）、壽元村（S）、巷仔內（H）及美和（M）。73年11月30日第一次調查時，豆株生長約在6到10個複葉，罹病度都相近且不嚴重，平均9.6%，其中以南州一區罹病度最高12.2%，美和一區最低8.2%。12月27日再調查時，豆株正值採收期，這時發病都較前嚴重，尤其壽元村一區高達40.5%，其他三區罹病度則較相近，平均26.3%。而本所紅豆B區，當11月21日調查時，罹病度就達15.2%，12月20日爲49.7%，到次年採收時，1月17日的罹病度高達80.4%，故知同時期種植紅豆，本所較屏東產區發病嚴重。74年再就相同的田圃做調查，第一次11月14日時的罹病度，平均都小於3%。12月10日時，罹病度雖然都有增加，但亦輕微，其中以壽元村一區發病度最低，2.0%，而巷仔內一區最高，但也僅11.8%。1月8日再調查時，南州、壽元村二區已採收外，其他二區發病都較前嚴重，尤其巷仔內田區爲最高，32.7%。而本所N區紅豆，當11月11日調查時，罹病度就達9.6%，12月5日爲29.3%，1月6日時爲52.2%，故知亦與去年所調查的結果相同，本所紅豆發病仍較嚴重。（圖四）

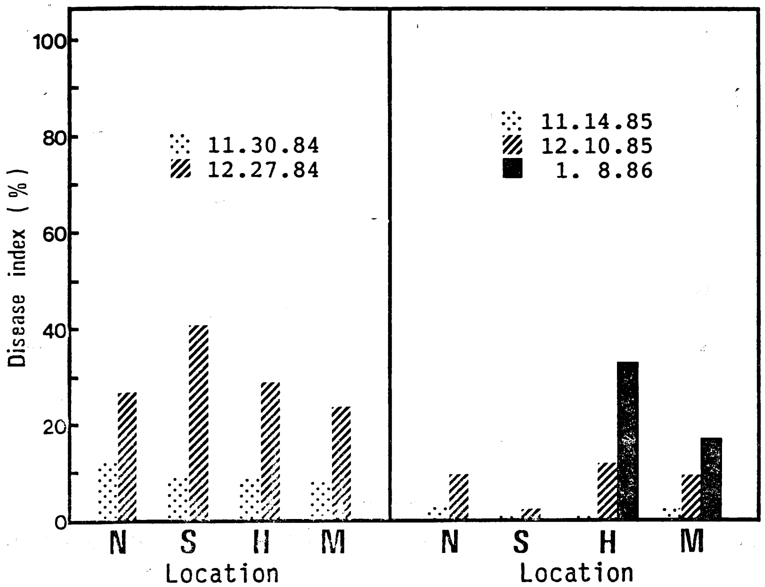

圖4. 屏東地區紅豆白粉病之發生情形

Fig. 4. The occurrence of powdery mildew of adzuki bean in Ping-tung area.

民國74、75年4月初到嘉義綠豆產區做調查。嘉義地區的綠豆多於4月上旬播種，與臺中本所觀測田中H區（74年4月12日播種）、T區（75年4月12日播種）的播種期相近。74年調查五定點綠豆田圃，即月眉 Y_1、Y_2、Y_3 三區和西庄 S_1、S_2 二區。4月12日首次調查時，豆株至多只長1至2個複葉，發病不嚴重，以月眉 Y_2一區罹病度最高，但也只有8.7%， Y_1 田則未見發病。第二次調查時，罹病度都有顯著的增加，以 Y_3 田區最高21.5%， Y_1 田最低3.8%。以後則除第三次調查時， S_2 和 Y_3 二田區，罹病度各由原來的17.8%降爲11.9%，21.5%降爲16.8%，以及第四次調查時， S_1 田區由13.3%降爲 4.6%外，各田區的罹病度都有增加的趨勢。尤其最後一次正値採收期，發病程度最嚴重。其中 Y_2 一區高達76.7%，其他四區罹病度則相近，平均32.8%。而本所H區綠豆，直到5月才見發病，5月10日時罹病度14.9%，5月24日即31.3%，6月6日高達56.6%，採收時是63.2%。比較這兩地區的發病趨勢，可以發現嘉義地區的綠豆，除 Y_2 區害病最嚴重外，其餘四區則雖在最初時，較本所H區罹病較早且高，但到後期則都較本所H區輕微。75年則另調查北港一帶四個定點田圃，即北港 P_1、P_2、P_3、P_4 四田區。自4月18日至5月29日期間，共調查四次。其中除 P_4 田區的前三次罹病度是自29.8%至15.5%呈逐次下降，而最後一次亦因感染其他病害枯死不做調查外，其餘三田區則均呈顯著地逐次昇高。 P_1 田區第一次調查的罹病度爲37.1%，至最後一次時昇爲68.7%。而以 P_2 田由7.0%昇至57.5%，和 P_3 田自0.7%昇至52.0%，二區的罹病趨勢最快。而本所T區綠豆，至6月18日才輕微發病，罹病度3.3%，採收期6月30日時的罹病度，也僅4.9%。故知和北港地區相比較下，本所的綠豆罹病程度要輕微許多。（圖五）

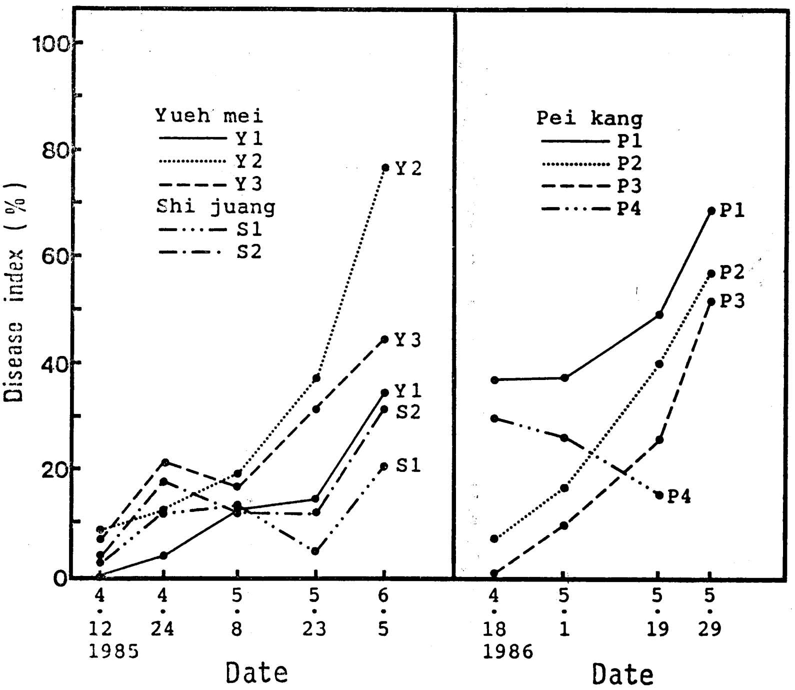

圖5. 嘉義地區綠豆白粉病之發生情形

Fig. 5. The occurrence of powdery mildew of mungbean in Chia-yih area.

討 論

根據國外的報告，大豆白粉病的病原是 *Microsphaera diffusa*[8,9]，與綠豆、紅豆白粉病所屬

Erysiphe polygoni DC 病原菌[1,5,17,18]的菌原不同。在本省還沒有有關大豆白粉病發生的記載，依據在大豆生長期間，於本所大豆觀測田的觀察，以及到屏東大豆產區做調查，都一直未發現有感染白粉病害，是認爲本省可能還沒有大豆白粉病的病源。

田間農作物白粉病害的發生，受各種環境因子的影響很大[13,15]，而氣溫、相對濕度和降雨量是其中的三個重要因素。觀測田間在73年10、11月中的平均氣溫，是25.6和 21.1°C ，接近白粉菌的生長適溫 23°C[18]。又據 Yarwood[16] 和 Corner[6] 的報告，白粉菌 *E. polygoni* 的分生胞子，當浸在水中時，發芽率顯著的減少，甚至死亡，但若讓胞子浮在水面，就會發芽，向上長出發芽管。故推測田間在秋季10、11月中，由於日夜溫差大，夜間容易達到露點，能維持較長一段露期，使植株表面因形成一層水膜，有利白粉病菌胞子在表面的發芽生長。且白天，尤其是午間，因氣溫昇高，相對濕度低，再藉風使分生胞子有效地傳佈[11,12,13,14]，故加速病害的嚴重發生。又據 Hashioka[7] 和 Sadasivan 等[10]的報告，認爲水稻植株若先後以高低不同的溫度各處理數天，或先控制水稻生長溫度，使日夜溫差增大，然後再分別接種稻熱病菌，結果都要比沒有經過高低溫交替處理的水稻易罹病。故亦推測當10、11月間，因溫差大，使豆株較在其他季節生長時易感病，病勢亦較嚴重。再據筆者等田間觀察的現象，冬季12月及次年1月，因氣溫偏低，豆株生長較慢，病勢的擴展亦慢，但二者相比較下的發病面積比率大，故罹病度仍較高。尤其綠豆在12月份的播種區，豆苗雖只長至一、二複葉大小，多數却即嚴重的害病死亡。接著2月份的降雨日數最多，爲19天，降雨量多達 397.6mm 。根據前人的許多研究報告[6,13,16,17]，認爲水份對白粉病菌具有負面的影響。故推測可能因多量的雨水，抑制了白粉病菌的蔓延生長，使田間病勢較遲緩，甚至不再擴展。3、4月亦間有陣雨，但因往往在短暫陣雨過後，植株表面的相對濕度增高，促進病菌胞子的發芽生長，加以氣溫逐漸昇高，故豆株又漸漸罹病。接著5月的平均氣溫是 25.5°C ，亦無大量雨水，病勢仍繼續地擴展。5月底至9月止，由於氣溫較高，降雨量又多（尤其以6月的14天，420.5mm；8月的16天，393.0mm；和9月的11天， 201.8mm 爲較多），且豆株的生長且快，故不論綠豆或紅豆的罹病程度都很輕。10、11月的平均氣溫是25.3和 20.8°C ，又接近白粉菌的生長適溫，和日夜溫差較大的原因，故病勢又逐漸嚴重。但和去年相比較，10、11、12月的下雨量雖只較去年多些，可却多下著綿密細雨，病原菌因不斷地受水份浸洗，故使病勢較去年平緩。至75年的1、2月，平均氣溫較去年低，爲13.3和 13.6°C ，罹病趨勢較去年遲緩。直到4月中旬以後，因氣溫昇高至病菌生長適溫，且5月中旬後又間有陣雨，故至5月底這段期間，罹病嚴重。但比較各播種區，發現其發病都較去年要晚且輕。接著6月份因平均氣溫較高（27.3°C），豆株生長快速，罹病度減輕，尤其紅豆的4月份播種區，一直到6月底都未見發病。觀測田中並進行採集分生胞子，發現採得的胞子量與其白粉病罹病程度呈正相關，且二年中在胞子量達最高峰的四個區間，即73年的11、12月間，74年的3月，和11、12月間，及75年的4、5月間，都正是綠豆、紅豆當秋作和春作時，發生白粉病最嚴重的時期。在分生胞子的飛散試驗，發現綠豆、紅豆白粉病的胞子大多在白天飛散，午間達最高峰，晚上則最少。可知其分生胞子的形成是具有日間週期性（daily periodicity）[2,11,13,14]。又屏東地區的紅豆，在秋季生長期間，可能因爲氣溫較高，有較長且強的光照，增加寄主的抗病性[13]，且日夜氣溫溫差亦不似臺中地區大，所以相同的田圃，兩年裡白粉病的罹病程度都較輕微。而嘉義地區的綠豆，74年春季4月時，推測可能因爲氣溫比臺中地區較早昇高至白粉病菌的生長適溫 23°C ，故初發病比本所H區較早且嚴重。但後來也因氣溫較高，豆株生長較快，所以罹病較輕微。而 Y_2 一區的綠豆，因爲以撒播播種，又沒有間拔，使植株密度極不整齊，又缺乏良好栽培管理，使豆株生長不良，較易罹病，故發病趨勢最爲嚴重。再因農民綠豆的栽植逐年減少，故75年春另調查北港地區的田圃。4月裡雖然雨水缺少，但 P_1、P_4 二區與其他作物間種，較多灌溉，濕度較大，故最初調查時，罹病即嚴重。隨後 P_4 田因噴施農藥，使罹病度逐次降低。其餘三區當5月後，午後多有陣雨，雨量較去年增多，罹病趨勢呈逐次嚴重。而本所T區綠豆，因受雨量，氣溫等影響，田間感染源減少，故罹病趨勢較去年遲緩，亦較北港產區輕微許

多。

綜合以上的結果，可以瞭解各氣象因子對田間白粉病害發生之消長，實具有直接或間接的影響，所以爲減少白粉病的發生，認爲當秋作時宜較早播種，而春作則較晚播種爲佳。並應注意良好的田間栽培管理，使豆株生長良好，增加其抗病性。其他如植株的栽植密度，與豆類白粉病菌寄主範圍等對病害的影響，實有待進一步的探討與研究。

參考文獻

1. 王添成，1984，臺灣綠豆病害簡介（上）農藥世界14：13—15。
2. 方新政，1973，向日葵白粉病之研究，植保學會會刊15（1）：5—12。
3. 農林廳農業經濟科主編，1983 Ⅳ.3. 豆類p.70—75 臺灣農業年報 民國七十二年版，臺灣省政府農林廳，pp.287。
4. 詹國連、陳庚鳳、鄭隨和，1980，糧食作物：四、大豆 p.412—420，十、紅豆 p.443—451，十一、綠豆，p.452—455，臺灣農家要覽（上）pp.1388。
5. 鄧汀欽，1984，綠豆重要病害及防治，農藥世界12：47—49。
6. Corner, E. J. H. 1935. Observations on resistance to powdery mildews. New Phytol. 34 : 180-200.
7. Hashioka, Y. 1950. IV. Section 1. Relation of temperature to the resistance of the rice plants, p. 43-69. Studies on the mechanism of prevalence of the rice blast disease in the tropics. Taiwan Agricultural Research Institute. Taipeh, Taiwan, China. pp.237.
8. McLaughlin, M. R., J. S. Mignucci and G. M. Milbrath. 1976. *Microsphaera diffusa*, the perfect stage of the soybean powdery mildew pathogen. Phytopathology 67 : 726-729.
9. Mignucci, J. S. and A. M. Lim. 1980. Powdery mildew development on soybeans with adult-plant resistance. Phytopathology 70 : 919-921.
10. Sadasivan, T. S., S. Suryanarayanan and L. Ramakrishnan. 1963. Influence of temperature on rice blast disease. p.163-171. The rice blast disease. the Johns Hopkins press, Baltimore, Maryland. pp.507.
11. Schnathorst, W. C. 1959. Spread and life cycle of the lettuce powdery mildew fungus. Phytopathology 49 : 464-468.
12. Schnathorst, W. C. 1960. Relation of microclimates to the development of powdery mildew of lettuce. Phytopathology 50 : 450-454.
13. Schnathorst, W. C. 1965. Environmental relationships in the powdery mildews. Ann. Rev. Phytopath. 3 : 343-367.
14. Sreeramulu, T. 1959. The diurnal and seasonal periodicity of spores of certain plant pathogens in the air. Trans. Brit. Mycol. Soc. 42 : 177-184.
15. Ward, S. V. and J. G. Manners. 1974. Environmental effects on the quantity and viability of conidia produced by *Erysiphe graminis*. Trans. Br. Mycol. Soc. 62(1) : 119-128.
16. Yarwood, C. E. 1936. The tolerance of *Erysiphe polygoni* and certain other powdery mildews to low humidity. Phytopathology 26 : 845-859.
17. Yarwood, C. E. 1939. Control of powdery mildews with a water spray. Phytopathology 29 : 288-290.
18. Yarwood, C. E., S. Sidky, M. Cohen and V. Santilli. 1954. Temperature relations of powdery mildews. Hilgardia 22 : 603-622.

Studies on the ecology of the powdery mildew of beans[1]

L. C. Hsieh, Y. C. Chang and C. C. Chien[2]

Summary

The powdery mildews of beans were surveyed in the monthly sown bean plants at TARI from September 1984 to June 1986. No diseased plant was found in soybean while mungbean and adzuki bean were much more susceptible. Generally, the occurrence of this disease in mungbean was earlier and more serious than in adzuki bean. Mungbean and adzuki bean cultured in Autumn showed higher degree of severity than in Spring, especially in adzuki bean, and there was not much susceptibility difference in any plant stage. Most spores were disseminated during the day, especially at noon, while few were released during the night. It showed that there was not higher disease incidence while investigating in Ping-tung area (Autumn, 1984; Autumn, 1985) and in Chia-yih area (Spring, 1985), but the disease incidence was higher in Pei-kang area (Spring, 1986). From our climatic data, we believed that the distribution and severity of powdery mildew were directly and indirectly influenced by the environmental factors. Therefore, to lessen the occurrence of powdery mildew, it might be better to sow crops in early Autumn or late Spring.

1. Contribution No. 1392 from the Taiwan Agricultural Research Institute (TARI).

2. Assistant, Associate Plant Pathologist and Senior Plant Pathologist, respectively, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(1)：86～90（1988）

穗稻熱病引起水稻產量損失估計[1]

蔡　武　雄[2]

摘要：稻穗受稻熱病菌（*Pyricularia oryzae*）爲害引起之產量損失，依稻穗受害程度分爲0（穗軸上有病斑，但稻穗未受害），⅓（稻穗⅓以上受害），½（稻穗½以上受害），⅔（稻穗⅔以上受害）及1（稻穗整穗受害）等不同等級時，在民國75年及76年第一期作分別在臺南縣白河鎭及嘉義分所試驗田以水稻品種臺農67號及臺農70號在早植期、中植期及晚植期之單穗穀重估計穗稻熱病引起之產量損失率（%）可以下式求得。產量損失率（%）＝ $5n_1$（整穗受害之穗數）$+3n_2$（稻穗⅔以上受害之穗數）$+2n_3$（稻穗½以上受害之穗數）$+1n_4$（稻穗⅓以上受害之穗數）$+0n_5$（稻穗穗軸上有病斑，但稻穗未受害之穗數）$+0n_6$（健康之穗數）/6N（調查總穗數）。穗稻熱病不同發病等級和產量損失率之關係爲 $\hat{Y}=-5.11+84.56X$

作物病害估計，依 James[4] 可分爲 disease incidence 及 disease severity。所謂 disease incidence 係指植株或葉片發病數目的百分率，而 disease severity 係指發病植株或葉片發病面積的百分率。換言之，前者僅考慮到發病的個體數，並未考慮其發病的輕重，而後者不僅考慮到發病的個體數，同時考慮其發病的輕重，是比較準確的方法。在穗稻熱病爲害穀粒方面，由穀粒受稻熱病菌（*Pyricularia oryzae*）爲害時間之早晚有異，故其受害程度亦有別，有的穀粒在未飽滿以前就受害，則損失較重，若是穀粒在完全飽滿以後再受害，則損失較輕或者不影響其產量。另一方面，有的稻穗可能全部受害，有的稻穗僅一部份受害，其他部分則未受害。所以稻穗受稻熱病爲害而引起之損失比較複雜，往往不能僅考慮罹病穗率而已，必須按其受害之程度加以分級比較，才能正確估算其損失。

材料與方法

民國75年第一期作在臺南縣白河鎭及民國76年第一期作在嘉義分所設置試驗田。供試水稻品種臺農67號及臺農70號，插秧期分爲早植期、中植期及晚植期等三次，每次相隔15天。試驗小區面積爲20平方公尺，每品種每植期重複4次，採逢機完全區集設計。當水稻達成熟期時，依稻穗受稻熱病爲害之程度以肉眼分爲0（穗軸上有病斑，但稻穗未受害），⅓（稻穗⅓以上受害），½（稻穗½以上受害），⅔（稻穗⅔以上受害），1（稻穗整穗受害）以及對照（健康之稻穗）等六級（圖1）。一般在田間並非同一叢水稻之稻穗均會同時受稻熱病爲害，有時在一叢稻穗中可能只有一穗或兩穗受害，同時其受害程度亦有差異，有的稻穗有⅓，½，⅔以上或全部受害，所以在取樣時以單穗爲準。取樣時每小區每發病等級隨機取樣90稻穗，稻穗取樣後放置於紙袋，晒乾後，在穀粒含水量12—13時秤其單穗穀重，並計算產量損失率。產量損失率（%）＝對照穀重－不同發病等級之穀重／對照穀重×

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1393 號。本研究承國科會（NSC76-0409-B055b-04）補助經費，特此誌謝。

2.臺灣省農業試驗所嘉義分所副研究員。臺灣省　嘉義市。

100%。

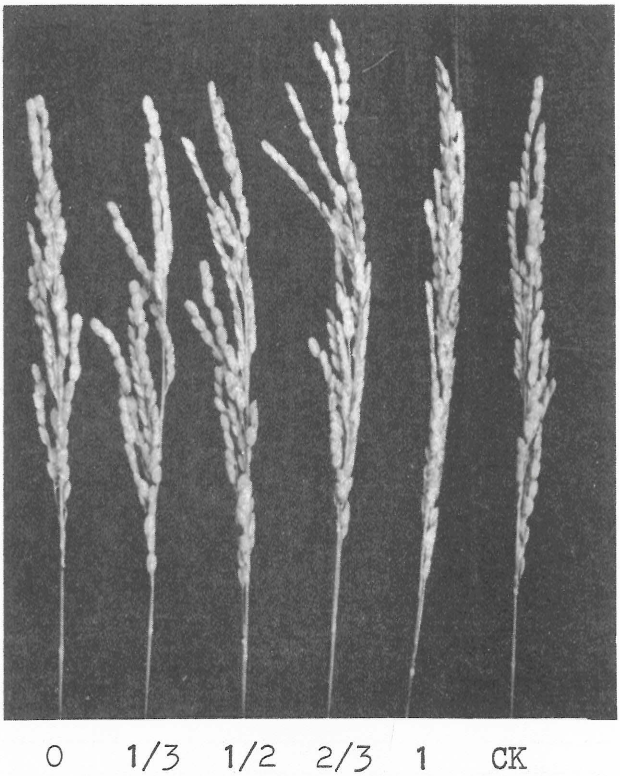

圖1. 穗稻熱病等級

Fig. 1. Disease scale of panicle blast

0：穗軸上有病斑，但稻穗未受害(Panicle neck with necrotic lesions but rice grains without damage)
⅓：稻穗⅓以上受害（more than 1/3 of the panicle was damaged)
½：稻穗½以上受害（more than 1/2 of the panicle was damaged)
⅔：稻穗⅔以上受害（more than 2/3 of the panicle was damaged)
1：稻穗整穗受害（total of the panicle was damaged)
CK：健康穗（healthy panicle)

結　果

民國75及76年第一期作在白河及嘉義分所臺農67號及臺農70號在不同植期下不同發病等級之平均穀重及產量損失率如表1。在白河試驗田水稻品種臺農67號在早植期不同發病等級0，⅓，½，⅔，1及對照之平均穀重爲2.23，1.89，1.49，1.08，0.34及2.28克，其相對產量損失率爲2.19，17.11，34.65，52.63及85.09%。中植期之平均穀重爲2.26，1.90，1.53，1.13，0.37及2.28克，其相對產量損失率爲0.88，16.67，32.89，50.44及83.77%。晚植期之平均穀重爲2.15，1.81，1.39，1.05，0.35及2.17克，其相對產量損失率爲0.92，16.59，35.94，51.61及83.87%。水稻品種臺農70號在0，⅓，½，⅔，1及對照之平均穀重在早植期爲2.28，1.90，1.49，1.03，0.31及2.30克，其相對產量損失率爲0.87，17.39，35.22，53.04及86.52%。中植期之平均穀重爲2.21，1.85，1.46，1.07，0.27及2.25克，其相對產量損失率爲1.78，17.78，35.11，52.44及88.00%。晚植期之平均穀重爲2.15，1.83，1.45，1.10，0.37及2.20克，其相對產量損失率爲2.27，16.82，34.09，50.00及83.18%。在嘉義分所試驗田水稻品種臺農67號在早植期不同發病程度0，⅓，½，⅔及1之相對產量損失

表1. 水稻臺農67號及臺農70號在白河及嘉義不同穗稻熱病等級之穀重（克）及產量損失（%）

Table 1. Grain weight(g)and yield loss (%) of rice cultivar Tainung 67 and Tainung 70 with different panicle blast disease scale under various transplanting stages at Chia-yi and Pai-ho

Disease scale	Pai-ho					
	Tainung 67			Tainung 70		
	E[4]	I	L	E	I	L
0[1]	2.23 [2] (2.19)[3]	2.26 (0.88)	2.15 (0.92)	2.28 (0.87)	2.21 (1.78)	2.15 (2.27)
1/3	1.89 (17.11)	1.90 (16.67)	1.81 (16.59)	1.90 (17.39)	1.85 (17.78)	1.83 (16.82)
1/2	1.49 (34.65)	1.53 (32.89)	1.30 (35.94)	1.49 (35.22)	1.46 (35.11)	1.45 (34.09)
2/3	1.08 (52.63)	1.13 (50.44)	1.05 (51.61)	1.08 (53.04)	1.07 (52.44)	1.10 (50.00)
1	0.34 (85.09)	0.37 (83.77)	0.35 (83.87)	0.31 (86.52)	0.27 (88.00)	0.37 (83.18)
CK	2.28 (0.00)	2.28 (0.00)	2.17 (0.00)	2.30 (0.00)	2.25 (0.00)	2.20 (0.00)

Disease scale	Chia-yi									
	Tainung 67			Tainung 70						
	E	I	L	E	I	L	Total	Ave.	Yield loss	Ratio
0[1]	2.26 (1.31)	2.21 (0.90)	2.46 (0.40)	2.23 (0.45)	2.20 (0.45)	2.32 (0.00)	26.96	2.25	0.88	0
1/3	1.92 (16.16)	1.86 (16.59)	2.10 (14.98)	1.89 (15.63)	1.86 (15.84)	1.89 (17.47)	22.70	1.89	16.74	1
1/2	1.49 (34.93)	1.52 (31.84)	1.71 (30.77)	1.49 (33.48)	1.55 (29.86)	1.43 (37.55)	18.00	1.50	33.92	2
2/3	1.07 (53.28)	1.11 (50.22)	1.40 (43.32)	1.19 (46.88)	1.14 (48.42)	1.06 (53.71)	13.48	1.12	50.62	3
1	0.37 (83.84)	0.37 (83.41)	0.54 (78.14)	0.43 (80.80)	0.41 (81.45)	0.32 (86.03)	4.45	0.37	83.70	5
CK	2.29 (0.00)	2.23 (0.00)	2.47 (0.00)	2.24 (0.00)	2.21 (0.00)	2.29 (0.00)	27.21	2.27	0	0

1 O : Panicle neck with necrotic lesion but rice grains without damage, 1/3, 1/2, 2/3 and 1 indicated that more than 1/3, 1/2, 2/3 and total of the rice grains were infected.

2 Means in each colum were the average of four replications, and each replication was the average of 90 panicles.

3 Values in parentheses were percentage of yield losses. Yield loss (%) = grain weight of CK-grain weight of different disease scale/grain weight of CK×100%.

4 E : Early transplanting plot I : Intermediate transplanting plot L : Late transplanting plot.

率爲 1.31，16.16，34.93，53.28 及 83.84%，中植期之相對產量損失率爲 0.90，16.59，31.84，50.22及83.41%，晚植期之相對產量損失率爲0.40，14.98，30.77，43.32及78.14%。水稻品種臺農70號在 0，⅓，½，⅔及 1 之發病等級下其相對產量損失率在早植期爲 0.45，15.63，33.48，46.88及80.80%，中植期爲0.45，15.84，29.86，48.42及81.45%，而晚植期爲 0，17.47，37.55，53.71及86.03%。經由 Duncan's 多變域測定知在 0 級之單穗穀重與對照差異不顯著，故不考慮其產量損失。綜觀兩個水稻品種在兩個年度內在兩個不同地點之發病等級在⅓，½，⅔及 1 時，無論早植，中植或晚植其產量損失比皆爲 1 ： 2 ： 3 ： 5 ，故其產量損失率可以下式估算。產量損失率（%）$=5n_1$（整穗受害之穗數）$+3n_2$（稻穗⅔以上受害之穗數）$+2n_3$（稻穗½以上之受害之穗數）$+1n_4$（稻穗⅓以上受害之穗數）$+0n_5$（稻穗穗軸上有病斑，但稻穗未受害之穗數）$+0n_6$（健康之穗數）6N／（調查總穗數）。穗稻熱病不同發病等級和產量損失率之關係經由迴歸分析得 $\hat{Y}=-5.11+84.56X$ ($R^2=0.98^{**}$)（$\hat{Y}$ 爲產量損失率，X 爲穗稻熱病等級）（圖 2）。

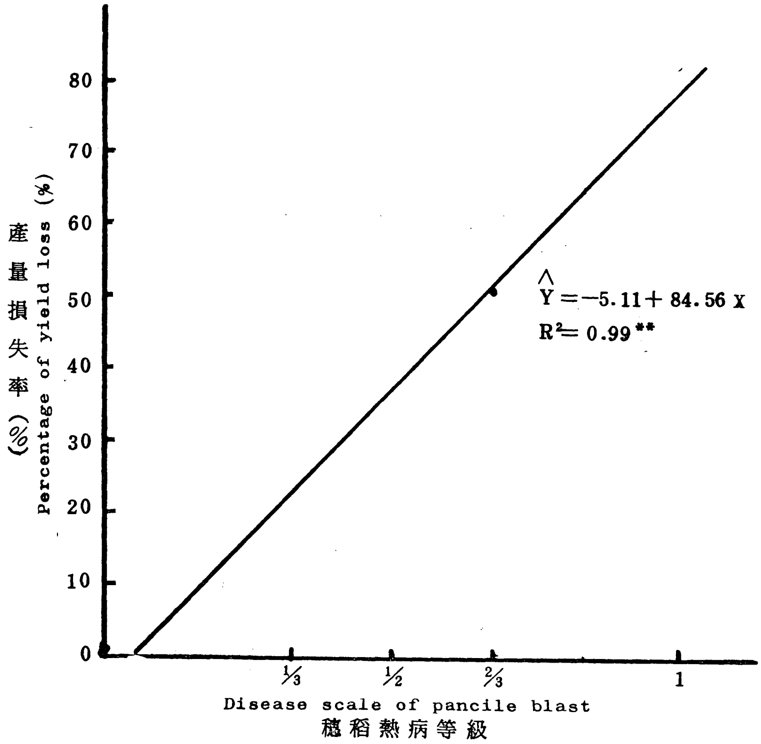

圖2. 穗稻熱病發病等級與產量損失率之關係

Fig. 2. Relationships between disease sccale of panicle blast and percentage of yield loss.

討　　論

稻穗受稻熱病菌（*P. oryza*）爲害而引起之產量損失估計方法複雜而且使用不方便，缺少一個明確的公式，例如有以從水稻抽穗到感染稻熱病之日數來估算產量損失者，有以稻穗受害部位來估算產量損失者[3]。但因爲一叢水稻的稻穗並非抽穗期完全一致，所以稻穀之飽滿或成熟亦不一致，於是雖然同一日期感染穗稻熱病，其產量損失未必一致。至於利用稻穗受害部位來估算損失者，要考慮其穗軸或支梗的位置及色澤，又要考慮小穗的成熟度，相當繁雜。而利用本方法將稻穗受害程度加以分級，再將各種不同等級之穗數代入公式即可得到產量損失率。本公式與1968年日本農林省農林經濟局統計調查部所出版之「夏作減收推定尺度」[1]第 152—153 頁所載穗稻熱病罹病指數 ＝（80× 1 穗

內⅔以上不稔粒之穗數）+（50×1穗內½不稔粒之穗數）+（20×1穗內⅓以下不稔粒之穗數）／總穗數之算法甚爲接近，但其公式僅算出罹病指數，並不直接算出損失率，而本公式能直接算出損失率，所以配合本省水稻病蟲害預測員來估算每年稻穀受稻熱病爲害而引起之產量損失甚爲實用。本報告之部分資料已在75年中華植物保護學會論文宣讀 (2) 。

參考文獻

1. 日本農林省農林經濟局統計調查部・1968・夏作減收推定尺度・P. 152—153。

2. 蔡武雄・1986・稻熱病引起之水稻產量損失估計方法之改進・植保會刊28：434。

3. Goto, K. 1965. Estimating losses from rice blast in Japan. *In* The Rice Blast Disease: Proc. Symp. at IRRI, July, 165. P. 195—202. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins Press.

4. James, W. C. 1974. Asssessment of plant disease and losses. Ann. Rev. Phytopath. 12 : 27-48.

Estimation of Rice Yield Losses Caused by Panicle Blast Disease[1]

W. H. Tsai[2]

Summary

Yield losses of rice panicles caused by *Pyricularia oryzae* was studied. Rice cultivars of Tainung 67 and Tainung 70 were cultivated during the first crop of both 1986 and 1987 at Pai-ho and Chia-yi experimental fields, respectively, under early, intermediate and late transplanting stages. The disease severity of the panicles infected by blast disease based on the grains damaged were divided into five degrees: 0 (panicle neck with necrotic lesions but rice grains without damage, 1/3, 1/2, 2/3 and 1 (more than 1/3, 1/2, 2/3 and total of the panicles were damaged). From the grain weight ratio under various disease severity on both cultivars at different transplanting stages and different locations, it indicated that the percentage of yield losses could be calculated by the following formula. Percentage of yield losses (%) $=5n_1$ (number of panicles with all the panicle damaged) $+3n_2$ (number of the panicles with more than 2/3 of the panicle was damaged) $+2n_3$ (number of the panicles with more than 1/2 of the panicle was damaged) $+1n_4$ (number of the panicles with more than 1/3 of the panicle was damaged) $+0n_5$ (number of the panicles with necrotic lesions but rice grains without damage) $+ 0n_6$ (number of panicles healthy)/6N (total panicles investigated). The relationships between percentage of yield loss and disease scale of panicle blast was $\hat{Y} = -5.11+84.56X$.

1. Contribution No. 1393 from Taiwan Agriclutural Research Institute. This study was supported by NSC-76-0409-B055b-04.

2. Plant Pathologist, Chia-yi Agricultural Experiment Station, TARI, Chia-yi, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(1)：91～99（1988）

甘藍、包心白菜和包心芥菜之僞菜蚜和桃蚜防治基準之訂定[1]

李　錫　山[2]

摘要：僞菜蚜，*Hyadaphis erysimi* (Kaltenbach)，和桃蚜，*Myzus persicae* (Sulzer)，均爲十字花科蔬菜在晚秋至次年夏初之主要害蟲。在蔬菜生長初期被害，影響蔬菜之發育至鉅。對這些蚜蟲之防治，以殺蚜劑控制蚜蟲之族羣密度，設定蚜蟲之爲害葉率多寡而釐定防治之基準。經由1984至1987分別在甘藍，包心白菜和包心芥菜試驗結果，則甘藍之蚜蟲爲害葉率爲≥30%或每3－4週施藥1次。包心白菜和芥菜爲≥20%或2－3週施藥1次。醃漬用之包心芥菜爲≥40%或每4週施藥1次。均可達防治之目的，且對產量和品質都無實質之影響。

僞菜蚜，*Hyadaphis erysimi* (Kaltenbach)，和桃蚜，*Myzus persicae* (Sulzer)，均爲十字花科蔬菜在晚秋至次年夏初最普遍之害蟲。僞菜蚜在臺灣南部幾乎長年可見，雨期過後便漸增多；故秋、冬二季爲其發生盛期。舉凡芥菜，包心白菜，小白菜，蘿蔔和甘藍等被害甚烈。桃蚜在臺灣南部之發生較僞菜蚜約晚一季，故在晚冬至夏初爲其發生盛期 (2)。甘藍、花椰菜和包心白菜等被害亦烈。此兩種蚜蟲均在苗期最常見而又最早開始出現之害蟲。故其爲害影響蔬菜之發育至鉅，深具經濟重要性。

爲害蔬菜的害蟲，除蚜蟲外，尙有多種鱗翅類害蟲。生產者對這些害蟲的防治，多採行定期性施藥。一般施藥之間隔時間，由5－7天，甚至最短者僅3數天便施藥一次。依施用殺蟲劑效果優劣及害蟲發生密度高低而定。因此其施藥次數多超過實際之需要。復生產者對害蟲防治的觀念，每以看到菜上有蟲便要施藥，而不計害蟲密度高低及其影響蔬菜之品質和產量之程度如何，所以造成施藥過量，不但增加生產成本，且引起環境汚染，農藥殘留量偏高等不良後果。

爲試圖對這些蔬菜害蟲訂定合適之防治基準，在鱗翅類害蟲，已有陳等 (3,13) 分別在甘藍和花椰菜作過防治基準之研究。但蚜蟲類方面，在臺灣尙無資料，因乃以臺灣栽培最普遍之數種十字花科蔬菜，如甘藍，包心白菜和芥菜之蚜蟲類分別作防治基準之探討。以祈減少農藥之施用次數而無損於蔬菜之質和量。對生產者和消費者兩蒙其益。

材料及方法

本試驗係用甘藍（初秋），包心白菜（亞蔬B40）和芥菜（包心芥菜）等三種，依各種蔬菜之栽培適期及蚜蟲發生盛期分別舉行。由於蚜蟲係胎生，繁衍快速，且蟲數繁多，取樣時若計算蟲數，如 Wilson (20) 所云，不但費時又不準確。關於蚜蟲之取樣方式，有以爲害葉率 (1,2,6)，爲害葉數 (7)，爲害株率 (20)，每株蟲數 (14,15,16)，或以植株某一部位之多少葉片計算其蟲數 (8) 等。本試驗係以每葉無

[1]臺灣省農業試驗所　研究報告第 1394 號

[2]臺灣省農業試驗所鳳山分所研究員。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

翅胎生成蟲一隻以上出現，便算爲被害葉，然後以該株之總葉數計算被害葉率。各處理以殺蚜劑控制，設定不同之平均被害葉率多寡對供試蔬菜之產量和品質（以蚜蟲分泌蜜露誘發煤病之汚染葉多寡比較）之影響，以釐定其防治基準。蚜蟲之族羣密度和其爲害葉率有密切關係 [2]，故依據李 (1986) 將蚜蟲數分爲 5 個級距，換算其爲害度如下式：1 級＝1－5 隻，2 級＝6－20隻，3 級＝21－50隻，4 級＝51－100隻，5 級>100隻。

$$\text{爲害度}=\frac{\Sigma\ (\text{級距}\times\text{該級距被害葉數})}{5\times\text{調查葉數}}\times 100$$

供試蔬菜每小區種 4 行，每行種15株，重複 4 次，採逢機完全區集排列。調查時每小區以中間兩行各調查12株，計24株。本試驗之防治對象雖爲蚜蟲，但試驗期中爲免因鱗翅類害蟲爲害而影響試驗結果。供試殺蟲劑除殺蚜劑比加普 (Pirimor) 50% WP 1,500倍防治蚜蟲外，各處理每 7 天噴施蘇力菌 (Dipel, HD-1) 3 %WP 1,000倍一次 [9]，並加全透力 (Total Wett) 1,500倍，以防治鱗翅類幼蟲。

供試蔬菜於定植後 3 天先噴蘇力菌，防治鱗翅類害蟲。以後每 7 天調查一次，各處理蚜蟲之平均爲害葉率若達施藥基準，當天便以比加普混合蘇力菌噴施。採收時調查各處理受蚜蟲分泌之蜜露誘發煤病之汚染。又每小區各採10株作產量調查。開始第一、二次調查時，若蚜蟲之爲害葉率未達最低防治基準，調查後當日或隔天即行接種蚜蟲。本報告各表所示之百分率，均經轉角後進行分析。

結　　果

（一）甘藍之桃蚜和僞菜蚜：供試之蔬菜於1984年 1 月20日定植，3 天後噴蘇力菌，經 7 天後調查，第 2 處理即達施藥基準。此後蚜蟲之族羣密度除受降雨（2 月 6 日）影響外，有日漸增長之趨勢（表 1）。對照區兩種蚜蟲族羣之大小，自始至終恆以桃蚜大於僞菜蚜（圖 1）。桃蚜之族羣密度最高時在 3 月19日，其爲害度達56.35%，爲害葉率77.56%，爲害株率 100%。僞菜蚜之族羣密度最高

表1. 不同基準之甘藍蚜蟲（桃蚜和僞菜蚜）發生調查

Table 1. Aphids (*M. persicae* & *H. erysimi*) count for different threshold on cabbage. 1984

Threshold	Date of observation & application									Yield	Mold contamination %	
% leaf infested	1/30	2/6	2/13	2/20	2/27	3/5	3/12	3/19	3/26	kg/plant	leaf	plant
≧5	3.03	*9.10	*5.95	2.08	4.03	*6.60	0.23	0.88	7.19	1.95 a	7.79 b	58.34 c
≧10	*22.73	7.18	1.67	*15.22	0.68	1.17	6.87	*38.89	2.56	2.06 a	5.19 ab	36.46 b
≧20	19.31	11.41	*25.53	1.83	4.20	5.74	*21.86	0.88	2.50	2.06 a	1.29 a	14.59 a
≧40	21.45	5.75	26.23	*53.84	1.85	3.74	12.27	*47.99	3.02	1.95 a	3.97 ab	31.52 b
B. T.+Pirimor weekly	4.82	2.43	2.03	2.46	0.71	0.07	0.00	0.22	2.24	1.98 a	7.20 ab	42.71 b
Check B. T.	25.27	9.14	23.35	53.54	53.45	62.13	72.85	73.04	82.16	1.66 b	65.97 c	100.00 d

Pirimor 50 WP 1 : 1500 applied when threshold was reached. Application indicated by*.
Numbers within columns followed by same letter are not significantly different (p=0.05) by Duncan's multiple range test.

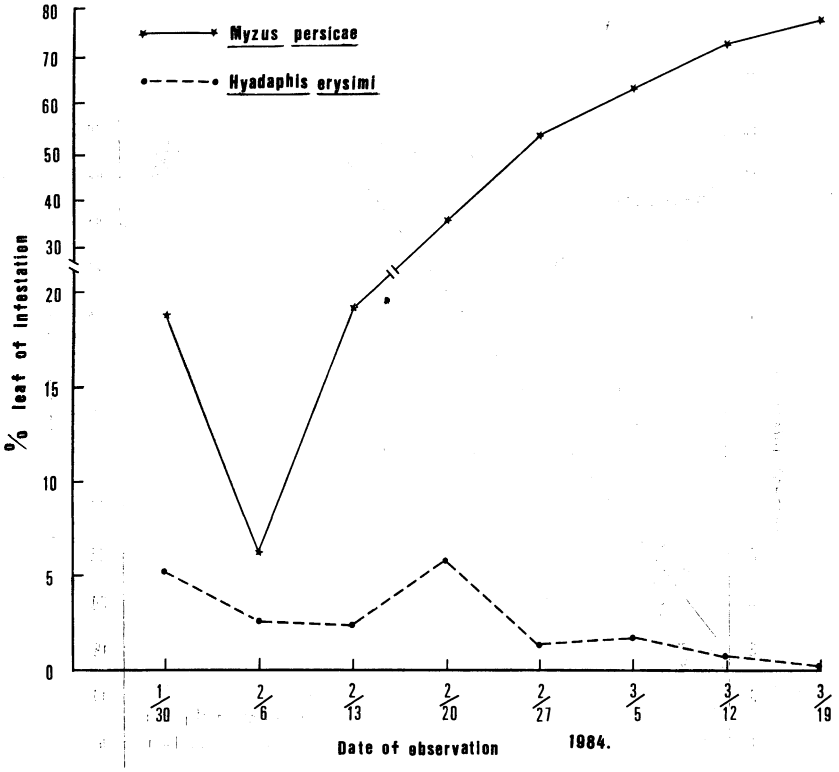

圖1. 甘藍桃蚜和僞菜蚜在對照區之登生比較

Fig. 1. Comparison of the occurrence of *Myzus persicae* and *Hyadaphis erysimi* in check plot on cabbage.

時在２月20日，其爲害度僅2.08%，爲害葉率5.83%，爲害株率 30.21%。此和李（1986）在甘藍害蟲消長調查結果，此期間兩種蚜蟲族羣之大小相脗合。由定植至４月11日採收，約經80天。各處理施殺蚜劑次數，第１、２兩處理各施３次，３、４兩處理僅各施２次，第５處理每週施１次計８次。處理間之甘藍產量，除對照區不施殺蚜劑較差，且差異顯著（P＝0.05）外，其餘各處理，不論施殺蚜劑次數多寡，差異均不顯著。換言之，甘藍受蚜蟲爲害，其可忍受程度，在爲害葉率達30%左右，對其產量和品質（指受黴菌汚染）無甚影響。此可能因甘藍葉片較肥厚，組織較堅韌，可支持較多蚜蟲爲害而無損其發育和結球。蚜蟲分泌蜜露，誘發黴菌寄生，汚染甘藍外葉，雖各處理有不同程度差別，惟生產者在採收上市前，已把外葉剝除，對甘藍品質並無多大影響。

甘藍之桃蚜和僞菜蚜之混合爲害度與爲害葉率和爲害株率之相關係數分別爲 $r^2=0.7594^{**}$ 及 $r^2=0.6303^{**}$（圖２）。

（二）包心白菜之桃蚜和僞菜蚜：供試蔬菜於1985年11月４日定植，７日各處理噴蘇力菌１：1,000倍稀釋液。14日第１次調查結果，各處理均無蚜蟲發生。至 21日第２次調查，各處理仍無蚜蟲出現（表２）。故在調查後當日下午接種蚜蟲。每兩株包心白菜之間放有蚜蟲之甘藍葉１片，使蚜蟲自行爬上。當28日調查時，各處理均出現蚜蟲。第１處理之爲害葉率爲8.24%，已達施殺蚜劑基準。第５處理因在施殺蚜劑後接種，故蚜蟲族羣密度顯得最低。不施殺蚜劑之對照，其蚜蟲密度便漸增高。試驗期中除第１，２，３等３處理曾有１至２次達施殺蚜劑基準外，第４處理其最高受害葉率僅30%左右，一直未達施殺蚜劑基準。由於此次接種蚜蟲係在甘藍之桃蚜，故桃蚜之族羣密度較僞菜蚜爲高

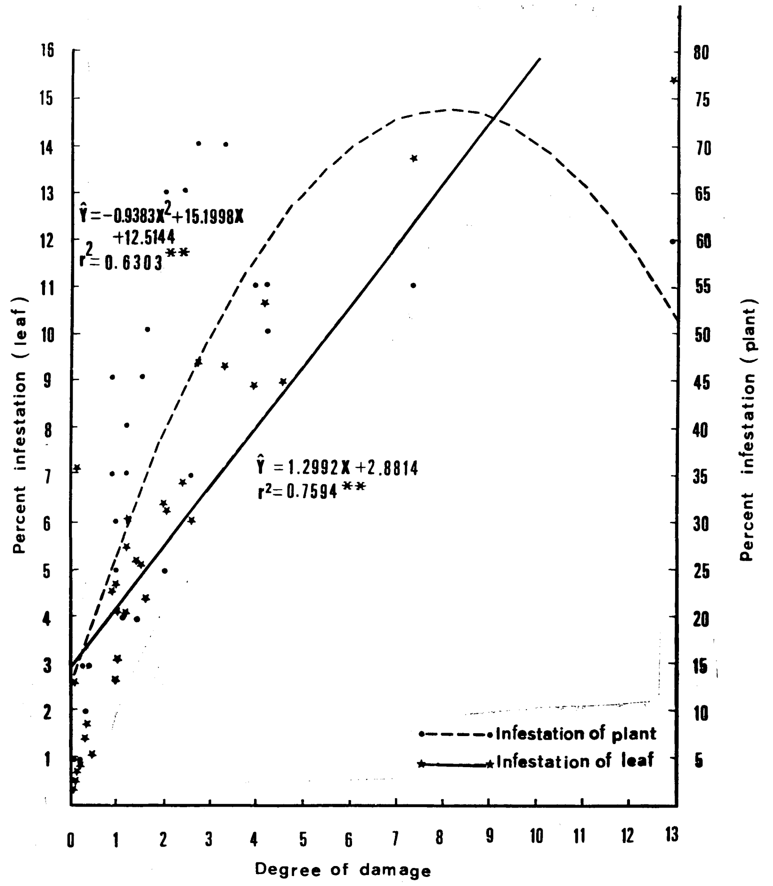

圖2. 對照區之桃蚜和僞菜蚜混合爲害度與甘藍受害葉和株率之關係

Fig. 2. Relationship between the damage degree of two species of aphids (*M. persicae* & *H. erysimi*) composition and percentage of infested leaf and plant of cabbage in check.

表2. 不同基準之包心白菜蚜蟲（桃蚜和僞菜蚜）發生調查

Table 2. Aphids (*M. persicae* & *H. erysimi*) count for different threshold on chinese cabbage. 1985—86

Threshod	Date of observation & application								Yield	Mold contami nation %	
% leaf infested	11/14	11/21	11/28	12/5	12/12	12/19	12/26	1/3	kg/plant	leaf	plant
≧5	0	0	8.24*	2.36	1.07	1.41	2.95	2.20	1.87[a]	9.54[a]	20.00[a]
≧10	0	0	5.93	12.46*	4.27	10.29*	0.43	1.04	1.63[d]	10.49[a]	42.50[a]
≧20	0	0	5.47	14.50	27.70	2.47	4.42	1.99	1.85[ab]	19.77[a]	53.75[a]
≧40	0	0	4.52	5.12	20.70*	22.21	13.72	29.96	1.70[bcd]	76.80[b]	100.00[b]
B. T.+Pirimor weekly	0	0	0.30	0.31	0.08	0	0	0	1.81[abc]	15.63[a]	42.50[a]
Check B. T.	0	0	8.00	12.42	15.91	17.79	34.95	37.10	1.66[a]	74.91[b]	95.00[b]

Pirimor 50 WP 1 : 1500 applied when threshold was reached. Application indicated by*.
Numbers within columns followed by same letter are not significantly different (p=0.05) by Duncan's multiple range test.

。但不若上一年在甘藍時發生那麼高，因該蟲之發生盛期乃在1—4月。對照區桃蚜在1月3日之爲害葉率最高達37.10%；僞菜蚜在12月19日之爲害葉率最高僅 2.95%（圖3）。產量以第1處理最高，其次爲第3及5兩處理，第2和對照兩處理最低。蚜蟲分泌蜜露所誘發黴菌汚染，第 1,2,3和5處理均甚低，和第4處理及對照比較，差異顯著（P=0.05）。由上結果，無論產量或品質，以第1及3兩處理最佳。故包心白菜之蚜蟲防治基準，若以其受害葉率訂在≧20%，應屬可行。

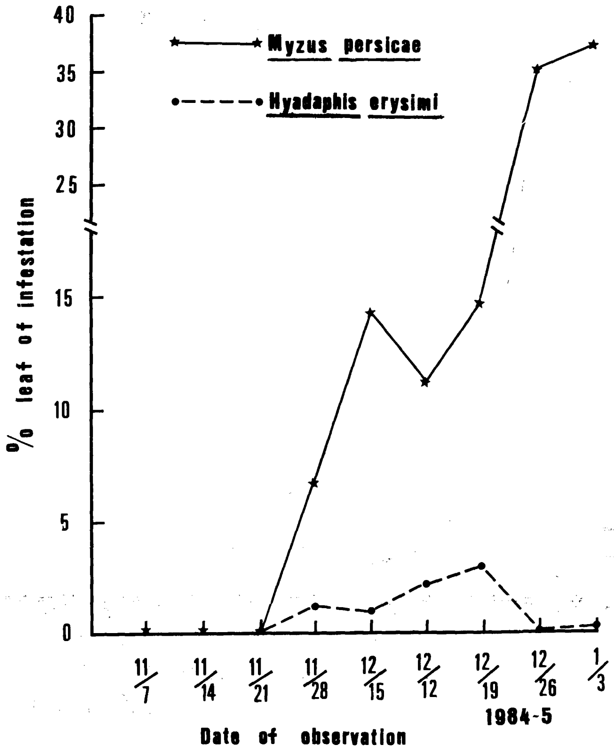

圖3. 包心白菜桃蚜和僞菜蚜在對照區之發生比較

Fig. 3. Comparison of the occurrence of *Myzus persicae* and *Hyadaphis erysimi* in check plot on chinese cabbage.

包心白菜之桃蚜和僞菜蚜之混合爲害度與爲害葉率和爲害株率之相關係數分別爲 $r^2=0.9572^{**}$ 及 $r^2=0.5235^{**}$（圖4）。

（三）芥菜之僞菜蚜：供試蔬菜於1986年11月1日定植，一切處理方法同前。11月11日第1次調查時幾乎僅少數蚜蟲發生。18日調查時蚜蟲密度仍很低（表3），故在19日即行接種。此次接種蟲源爲僞菜蚜。至25日調查時第1處理已達施殺蚜劑基準。供試之蚜蟲雖因接種時係屬僞菜蚜，故自始至終僅見僞菜蚜發生，桃蚜未見出現。事實上在芥菜發生之蚜蟲多以僞菜蚜爲主，且桃蚜在此期間發生亦較春季爲少。此次芥菜試驗時間比去年之包心白菜試驗時提前3天，但蚜蟲之族羣密度却較去年在包心白菜者爲高。因此期間蚜蟲族羣密度高低和8月之降雨多寡有密切關係[2]。如去年（1985）8月之降雨量爲682.2公厘，而今年8月之降雨量僅217.3公厘，相差3倍多，所以影響今年蚜蟲的族羣密度較去年爲高的主要原因。各處理施殺蚜劑次數，除第1處理施兩次外，其餘3個處理各僅施1次。至芥菜外葉受黴菌汚染，各處理間除對照區最差，且差異顯著（P=0.05）外，其餘各處理差異均不顯著。產量方面，亦屬如此。第4處理蚜蟲之爲害葉率雖有高過40%以上，但因爲時短暫，故其產

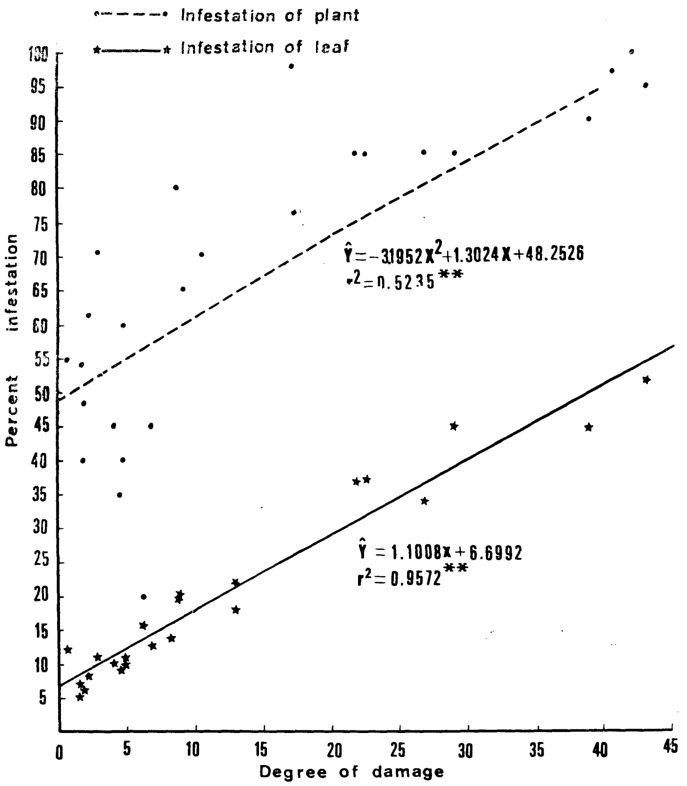

圖4. 對照區之桃蚜和偽菜蚜混合爲害度與包心白菜受害葉和株率之關係

Fig. 4. Relationship between the damage degree of two species of aphids (*M. persicae* & *H. erysimi*) composition and percentage of infested leaf and plant of chinese cabbage in check

表3. 不同基準之芥菜蚜蟲（偽菜蚜）發生調查

Table 3. Aphid (*H. erysimi*) counts for different threshold on leaf mustard 1986

Threshod	Date of observa2ion & application							Yield	Mold conta-minatitn
% leaf infested	11/11	11/18	11/25	12/2	12/9	12/16	12/23	kg/plant	% of leaf
≧ 5	0	1.16	*9.11	0.84	3.95	*7.98	0.52	0.72[a]	18.75[a]
≧10	0	0.24	9.13	*11.20	0.65	3.5	1.74	0.71[a]	16.75[a]
≧20	0.6	0.45	11.05	*20.26	1.11	2.29	6.00	0.78[a]	13.25[a]
≧40	0	0.69	14.04	13.18	27.97	*51.13	1.12	0.69[a]	14.50[a]
B. T.+Pirimor weekly	0.6	1.24	0.34	0	1.08	0	0	0.75[a]	10.00[a]
Check B. T.	0	0.86	13.42	8.84	48.84	50.99	47.24	0.26[b]	49.25[b]

Pirimor 50 WP 1 : 1500 applied when threshold was reached. Application indicated by*.

Numbers within columns followed by same letter are not significantly different (p=0.05) by Duncan's muitiple range test.

量和品質和其他處理並無差異。雖然如此，爲免在採收前一週方達如此高之爲害葉率，雖對產量和品質無所影響，但其市場價值却應加考慮。故芥菜蚜之防治基準，以設定在≥20%之爲害葉率，較易爲生產者所接受。但爲醃漬用之包心芥菜，其爲害葉率可定在≥40%並無實質之影響。

芥菜僞菜蚜之爲害度與爲害葉率及爲害株率之相關係數分別爲 $r^2=0.9585^{**}$ 及 $r^2=0.4979^{**}$（圖5）。

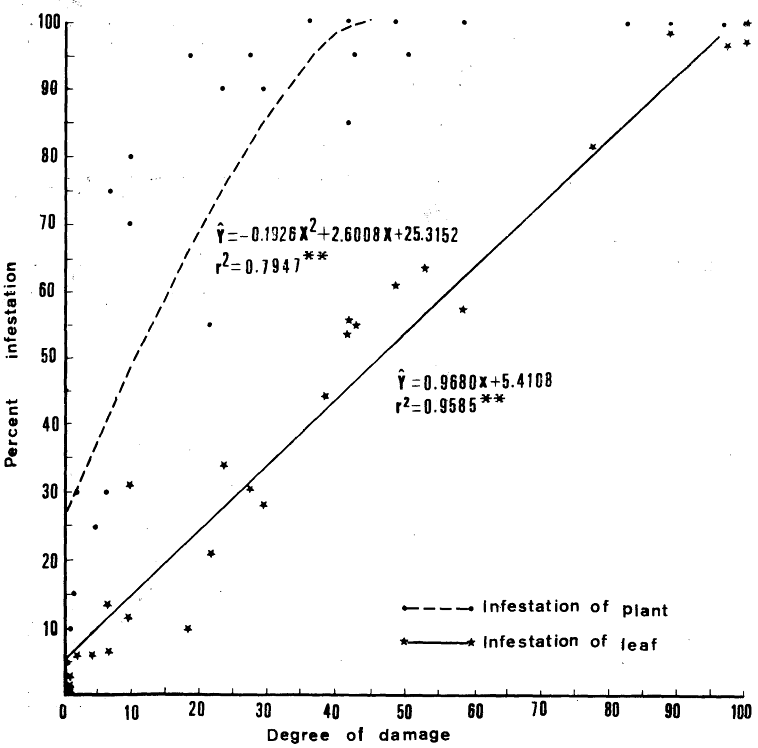

圖5. 對照區之僞菜蚜爲害度與芥菜受害葉率和株率之相關關係

Fig. 5. Relationship between the damage degree of turnip aphid (*H. erysimi*) and percentage of infeseted leaf and plant of leaf mustard in check

討　　論

殺蚜劑防治蚜蟲之效果非常優異，在這些供試的蔬菜，無論防治基準的高低，一經噴施之後，其爲害葉率即很明顯地驟降。如表1第4處理在2月20日其爲害葉率高達53.84%，經施藥後即降爲1.85%。同處理在3月19日其爲害葉率達47.99%，經施藥後即降爲3.02%。表3之第4處理，在12月16日其爲害葉率高達51.13%，施藥後即降爲1.12%。這些處理之蚜蟲爲害葉率在某一時段都有達 50%左右，但一經施殺蚜劑之後，其爲害葉率即降爲2—3%之間，其效果實屬無與倫比。復每經施藥之後，除第1處理之最低防治基準爲≥5%，可維持之時間較短，但亦在1—3週之間。其他基準都可維持2—4週以上。

總觀三種蔬菜之蚜蟲防治基準，以爲害葉率定在20—30%之間，亦即甘藍爲≥30%，包心白菜和包心芥菜均爲≥20%，但爲醃漬用之包心芥菜，其爲害葉率定在≥40%，對產量和品質均無實質之影響。另以施藥之間隔時間而言，雖在蚜蟲之發生高峰期，每2—4週噴施殺蚜劑1次，即甘藍之蚜蟲每3—4週噴1次；包心白菜和芥菜的蚜蟲則每2—3週噴1次，即使不調查爲害葉率，亦不失爲可

行之防治準則。若與生產者慣行之每 7—10天施藥 1 次，或甚至於看到害蟲出現便要施藥的觀念相較，無論藥劑和人工均可省却約60%之譜。後 8 月降雨量之多寡，往往爲影響蚜蟲發生高峰期遲早及其族羣密度高低之重要因素，頗值作防治該蟲之參考。

上述三種蔬菜，對照區之蚜蟲族羣密度和其爲害葉率和爲害株率都呈正相關，且相關性均達極顯著。尤其爲害度和爲害葉率在三種蔬菜其相關性均較爲害株率爲高。由此，以蚜蟲之爲害葉率爲取樣標準，其信賴度不但很高，且較計算蟲數爲省時，且可減少人爲的差誤。復甘藍之蚜蟲爲害度與爲害葉率及爲害株率之相關係數亦頗相近，其間之差距均較包心白菜和芥菜者爲小。所以若在甘藍之蚜蟲，以爲害株率爲取樣標準，亦不失爲可行之方法[20]。

誌　　謝

臺灣省農業試驗所研究報告第　號。本試驗承行政院農業委員會73農建—4.1—產—114(2)，74農建—4.1—產植—27，75農建—7.1—糧—15(5)，76農建—8.1—糧—16 病蟲危害與作物損失評估研究計畫補助。試驗期間承呂鳳鳴、蔡世雄、陳黨、鄭頌華、簡月美、林素美、趙永蘭、梁曉雲諸小姐先生協助調查，整理資料。文成後復蒙農委會陳秋男科長，農試所羅主任幹成、王淸玲小姐斧正。謹此一併誌謝。

參考文獻

1.李錫山、1968.粒狀殺蟲劑防除油菜蚜蟲類及小菜蛾比較試驗，植保會刊10(4)：65—70。

2.李錫山、1986.甘藷主要害蟲在臺灣南部之發生消長，中華農業研究35(4)：530—42。

3.陳秋男、蕭文鳳、1981.冬作甘藍鱗翅類害蟲經濟防治試驗初報，植保會刊23(4)：282。

4.陳秋男、蕭文鳳、1982.結球白菜主要害蟲及其豐量，植保會刊24(4)：288—9。

5.張艮傳、1961.蔬菜害蟲消長調查及藥劑防治試驗報告(三)，植保會刊3(4)：170—4.

6. Bowman, J. S. 1977. Control of worms and aphids on cabbage. Insecticide and Acaricide Tests. 3 : 65. Published by the Entomol. Socie. of Amer.

7. Calora, F. B., E. H. Glass, M. L. Pescador, and S. F. Barroga. 1968. Granular soil systemic insecticides (Thimet and Cyolane) and Phosdrin foliar spray against the diamondback moth, *Plutella maculipennis* Curtis, and other pests of cabbage. The philippine Entomologist 1(1) : 40-53.

8. Cancelado, R. E. and E. B. Radcliffe 1979 . Action thresholds for green peach aphid on potatoes in Minnesota. Jour. Econ. Entomol. 72 : 606-9.

9. Kennedy, G. G. and E. R. Oatman. 1976. *Bacillus thuringiensis* and pirimicarb- selective insecticides for use in pest management on broccoli. Ibid. 69 : 767-72.

10. McEwen, F. L., A. C. Davis, H. B. Rinich and F. D. Judge. 1970. Control of the cabbage aphid in Western New York. Idid. 63 : 601-4.

11. Morisak, D. J., and D. E. Simonet. 1981. Controlling caterpillars on fresh market cabbage. Ohio Rep. Sept. Oct. 73-6.

12. Shorey, H. H. 1963. Differential toxicity of insecticides to the cabbage aphid and two associated entomophagous insect species. Jour. Econ. Entomol. 56 : 844-7.

13. Su, W. X. and C. N. Chen. 1984. Optimal control of diamondback moth on winter cauliflower in Taiwan. Plant, Protect. Bull. (ROC) 26(1) : 41-53.

14. Trumble, J. T. 1982. Temporal occurrence sampling, and within-field distribution of aphids on broccoli in coastal California. Jour. Econ. Entomol. 75 : 387-82.

15. Trumble, J. T. 1982. Within-Plant distribution and sampling of aphids (Homoptera: Aphididae) on broccoli in Southern California Ibid. 75 : 587-82.

16. Trumble, J. T. H. Nakakihato, and G. W. Zehnder. 1982. Comparisons of traps and visual searches of foliage for monitoring aphid (Heteroptera: Aphididae) population density in broccoli. Ibid. 75 : 853-6.
17. Trumble, J. T. 1982. Aphid (Homoptera: Aphididae) population dynamic on broccoli in an interior valley of California. Ibid. 75 : 841-7.
18. Vail, P. V., M. W. Stone, J. C. Maitlin, D. A. George, and L. I. Butler. 1967. Perfor mance of insecticides against cabbage and green peach aphids on leafy vegetables and persistance of residues during cool weather. Ibid. 60 : 537-41.
19. Wene, G. P. 1957. Cabbage aphid control. Ibid. 50 : 576-7.
20. Wilson, L. T., C. Pickel, R. C. Mount, and F. G. Zalom. 1983. Presence-Absence sequential sampling for cabbage aphid and green peach aphid (Homoptera: Aphididae) on brussols sprouts. Ibid. 76 : 476-9.

Action Thresholds for Turnip Aphid and Green Peach Aphic (Homoptera : Aphididae) on Cabbage, Chinese Cabbage and Leaf Mustard[1]

Hsi-shan Lee[2]

Summary

Turnip aphid, *Hyadaphis erysimi* (Kaltenbach) and green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) occurred seriously on cabbage, chinese cabbage and leaf mustard from late autumn to early summer of the next year. For control of these aphids, action thresholds were evaluated during 1984—87. Aphid densities were established by using insecticide to manipulate infestation levels. T he aphicide applied whenever the aphid-infested leaf reached$\geq$30% on cabbage, and$\geq$20% on chinese cabbage and leaf mustard, would not cause any yield reduction. Satisfactory results could also be obtained by the application of aphicide at the intervals of 4 weeks for cabbage as well as 3 weeks for chinese cabbage and leaf mustard during the the peak period of occurrence of both species of aphids.

1. Contribution No. 1394 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Senior engineer, Fengshan Tropical Horticultural Experi ment Station, TARI. Fengshan, Kaohsiung, Taiwan 83017, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(1)：100～104（1988）

楊桃上柑桔葉蟎（*Panonychus citri*（McGregor））之發生及藥劑防治[1]

溫　宏　治[2]

摘要：柑桔葉蟎（*Panonychus citri*（McGregor））爲本省南部楊桃普遍發生之害蟎。全年均有發生，於乾旱季節(10～1月及4～5月)發生最嚴重。發現其天敵有羅氏小黑瓢蟲（*Stethorus loi*），鄭氏小黑瓢蟲（*Stethorus chengi*），小黑隱翅蟲（*Oligota oviformis*），長毛捕植蟎（*Amblyseius longispinosus*）及草蜻蛉（*Chrysopa boninensis*），其中以羅氏小黑瓢蟲出現頻度較高，田間以 10 種殺蟎劑試驗結果以新殺蟎 25%乳劑（2,000倍）防治本蟎效果最爲優異，其次爲大克蟎42%乳劑（2,000倍）、芬佈賜50%乳劑（3,000倍）及殺蟎多55%乳劑（2,000倍）。

近年來爲配合政府稻田轉作政策，楊桃於本省中南部之栽培面積因而增加，其病蟲發生亦隨食餌寄主之增加而日益增多，因此楊桃病蟲害防治爲目前急於解決之重要課題。

一年來之調查得悉，高、屏主要楊桃產地之蟲相，以爲害果實之姬捲葉蛾最嚴重，其次以爲害葉片之葉蟎最重要，其種類有柑桔葉蟎（*Panonychus citri*（McGregor））赤葉蟎（*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval）、二點葉蟎（*Tetranychus urticae*（Koch））及東方褐葉蟎（*Eutetranychus orientalis*（Klein））四種，其中以柑桔葉蟎發生最普遍(3)，由於該蟎個體細小，初期發生很難被發覺，因而疏於防治　至後期造成猖獗。柑桔葉蟎屬前氣門亞目（Prostigmata）、葉蟎科（Tetranychidae），爲世界性分佈，主要爲害柑桔類作物(4,5,7)，於本省尚爲害其他果樹如木瓜、葡萄、梨、印度棗等(5)。一般田間如連續施用藥劑防治葉蟎，容易誘發高度抗藥性之棲羣(1,9,10,11,12)，又如濫施殺蟲劑，常常毒殺該蟎之天敵，造成蟎害之猖獗，益使防治發生困難(2,5,6,8)，因而影響楊桃產量和品質至鉅。本試驗係探討此葉蟎棲羣於楊桃上之週年發生消長與天敵種類，並篩選有效殺蟎劑，供防治之參考。

材料與方法

一、週年發生消長調查

本調查在屏東縣里港鄉平地楊桃園舉行，從74年7月至75年6月，每10～15天調查一次，每次隨機調查30株，每株調查中老葉20枚，調查時記錄各齡期蟎數（包括卵、幼若蟎及成蟎）及天敵種類、數量。

二、藥劑防治試驗

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1395 號。本研究試驗期間承本分所李主任錫山諸多指教，劉少武、陳黨及蔡世雄等先生協助調查，謹誌謝忱。

2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

本試驗於屏東縣九如鄉進行，楊桃爲二林品種，5年生，試驗藥劑10種，其稀釋倍數詳如表一。每處理楊桃3株，重複4次，按逢機完全區集排列。於民國74年12月9日噴藥，噴藥當天施藥前調查一次，施藥後3天（12／12）、7天（12／16）、14天（12／23）及21（12／30）分別調查一次，每株調查中老葉20枚，每枚用20倍放大鏡鏡檢計算葉蟎各期數量。試驗結果係由計算葉蟎卵、幼若蟎及成蟎之活蟎數，再利用Henderson's方程式換算爲防治率（%）[11]。

$$防治率＝〔1－(\frac{處理後蟎數×對照前活蟎數}{處理前蟎數×對照後活蟎數})〕×100$$

結果與討論

一、田間發生消長

由圖一所示，柑桔葉蟎於楊桃上之發生或爲害，全年不息。於本省南部四季溫差較小，溫度的因素及雨量之多寡和葉蟎之發生消長均有顯著關係。7～9月平均溫度均超過 28°C 以上，並且正逢雨

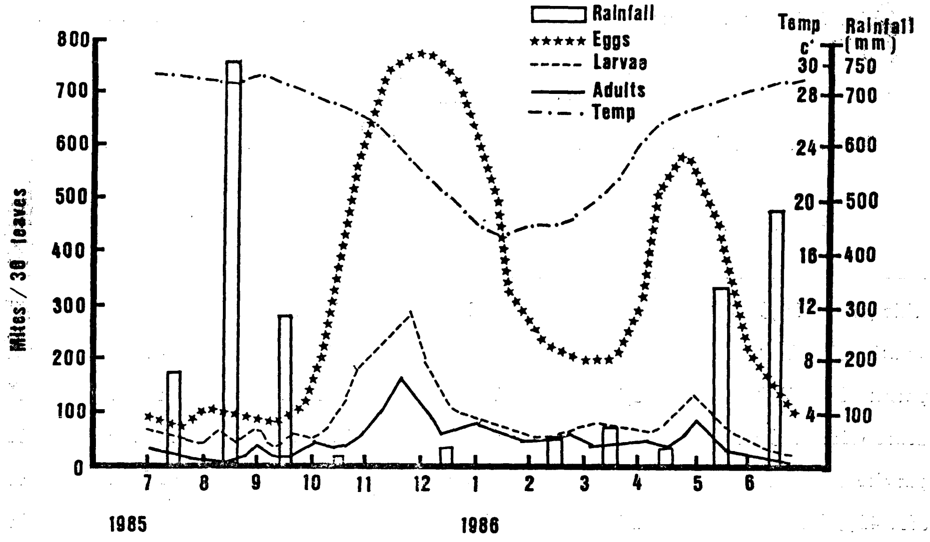

圖 1. 柑桔葉蟎於楊桃上之週年發生消長情形

Fig. 1 Seasonal occurrence of the citrus red mite on carambola

期，葉蟎棲羣密度可能受此高溫及多雨影響，密度均低，10月以後氣候逐漸轉爲乾旱，月平均溫度亦降至 27°C 以下，葉蟎棲羣密度亦漸增加，於12～1月間達高峰，2～3月受低溫影響密度略爲減少，4月中旬至5月上旬天氣轉爲暖和乾燥，其密度因而增加，5月下旬至6月平均溫度均超過 27°C 以上，且爲梅雨期，葉蟎棲羣密度又逐漸減少。

二、天敵種類

於楊桃園調查柑桔葉蟎之發生消長，同時發現有5種該蟎天敵：1.羅氏小黑瓢蟲（*Stethorus loi* Sasaji），2.鄭氏小黑瓢蟲（*Stethorus chengi* Sasaji），3.小黑隱翅蟲（*Oligota oviformis* Casey），4.長毛捕植蟎（*Amblyseius longispinosus* Evans），5.草蜻蛉（*Chrysopa boninensis* Okamoto）。五種天敵中以羅氏小黑瓢蟲在楊桃株上出現頻度較高（圖二）。

三、藥劑防治試驗

由試驗結果（如表1）得悉各種藥劑對卵、幼若蟎及成蟎均有不同程度之防治效果，其中對卵防治效果較好之藥劑爲蟎離丹（Oxythioquinox）25% WP、大克蟎（Dicofol）42% EC、芬佈賜（Febutatin）50% WP、克芬蟎（Clofentejine）50% FP及新殺蟎（Bromopropylate）25% EC

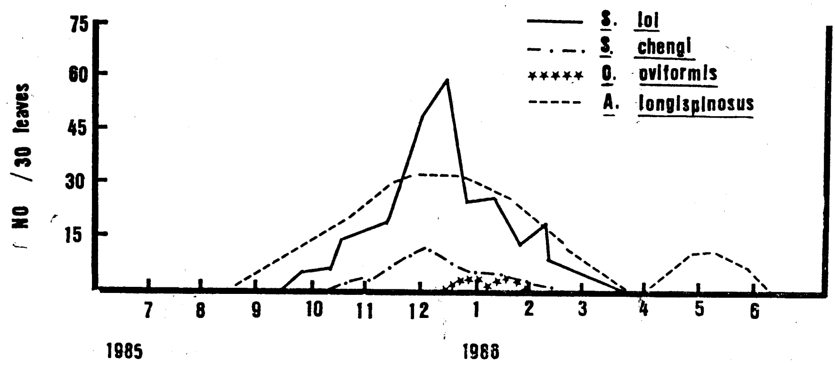

圖 2. 柑桔葉蟎之天敵於楊桃上之週年發生消長情形

Fig. 2 Seasonal occurrence of natural enemies of the citrus red mite on carambola

表 1. 楊桃上柑桔葉蟎防治試驗

Table 1. Chemical control of the citrus red mite on carambola (Nov.-Dec. 1985)

Treatment		Avg. control (%)*			
		Egg	Larva (Nymph)	Adult	Mean
Oxythioquinox 25% WP	1,500x	76.13ab	73.47d	62.91de	70.84
Cyhexatin 50% WP	3,000x	63.95ef	60.56e	47.85f	57.47
Propargite 30% WP	2,000x	71.54bc	84.12a	59.99e	71.74
Butocarboxim 50% EC	3,000x	65.55de	79.08ab	76.21bc	73.61
Propargite 57% EC	2,000x	58.56f	74.48cd	69.62cd	67.55
Dicofol 42% EC	2,000x	78.38a	74.41cd	75.32bc	76.04
Fenbutatin 50% WP	1,500x	77.63ab	83.37ab	56.61e	72.53
Clofentejine 50% FP	2,000x	72.73bc	77.39bcd	62.36de	70.89
Smite 55% EC	2,000x	66.08cde	73.72d	79.25b	73.02
Bromopropylate 25% EC	2,000x	74.77ab	86.52a	90.36a	83.88
C. K.					

* Numebrs followed by the same letter are not significantly different at the 5% level (Duncan's multiple range test)

。對幼若蟎防治效果較好之藥劑爲歐蟎多 (Propargite) 30% WP、佈嘉信 (Butocarboxim) 50% EC、芬佈賜 50% WP、克芬蟎 50% FP及新殺蟎 25% EC，對成蟎防治效果較好之藥劑爲佈嘉信 50% EC、歐蟎多57% EC、大克蟎42% EC，殺蟎多 (Smite) 55% EC及新殺蟎25% EC。綜合上述結果，對於防治本蟎以新殺蟎 25% EC (2,000倍) 防治效果最佳，大克蟎42% EC (2,000倍)、芬佈賜50% WP (1,500倍)、克芬蟎50% FP (2,000倍) 及佈嘉信50% EC (3,000倍) 次之。

引用文獻

1.何坤耀・1984・農藥引起柑桔葉蟎再崛起現象之觀察。植保會刊26（2）：98～108。

2.張德前、劉達修・1986・楊桃葉蟎類族羣消長及藥劑防治試驗。植保會刊28（3）：263～272。

3.溫宏治、李錫山・1985・楊桃蟎類發生調查及其防治試驗。75 年度臺灣省政府農林廳所屬各場所農業試驗工作報告。

4.羅幹成・1978・臺灣葉蟎及防治方法對天敵之影響。中央研究院動物研究所專刊。3：203—215。

5.羅幹成、邱瑞珍・1985・臺灣柑桔蟲及其天敵圖說。臺灣省農業試驗所特刊第20號。P：63.

6.羅幹成、陶家駒・1964・柑桔紅蜘蛛天敵調查及藥劑防治對其安全之檢討。中華農學會會報48：39～49。

7.鄭清煥・1966・柑桔紅蜘蛛之生態觀察。植保會刊8（1）：80—90。

8. Boling J. C. and H. A. Dean. 1968. Field evaluation of temik against some insects and mites attacking citrus. J. Econ. Entomol. 61(1) : 313~315.

9. Jeppson L. R. and G. E. Carman. 1974. Low volume application to citrus tree: Effectiveness in control of citrus red mite and california red scale with petroleum oils and pesticides. J. Econ. Entomol. 67(3): 403—408.

10. Jeppson L. R., J. O. Complin, and M. J. Jesser. 1962. Effects of application programs on citrus red mite control and development of resistance to acaricides. J. Econ. Entomol. 55(1) : 17—22.

11. Henderson. C. F., 1955. Tests with acaricides against brown wheat mite. J. Econ. Entomol. 48 : 157—161.

12. Spencar. H., and P. A. Norman. 1952: Increase in citrus mite infestation after the application of parathion spray. Fla, Ent. 35(3) : 87—90.

Seasonal occurrence and chemical control of the citrus red mite (*Panonychus citri* (McGregor)) on carambola[1]

Hung-chich Wen[2]

Summary

Citrus red mite (*Panonychus citri* (McGregor)), is one of the destructive pests on carambola in the southern part of Taiwan and occurs all year round, especially during the dry seasons (From October to January and April to May). Five natural enemies of the citrus red mite were recorded on carambola. *Stethorus loi* considered as the dominant species for its of frequent occurrence.

Ten miticides were tested in the field against citrus red mite. Results indicated that Bromopropylate 25% EC was the most effective chemical to control this mite. Dicofol 42% EC, Butocarboxin 50% EC and Smite 55% EC were the effective ones.

---

1. Contribution No. 1395 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant entomologist, Department of Plant Protection, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan city, Kaohsiung Hsien, Taiwan 830, R. OC.

Vol. 37, No. Mar. 1988

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Japonica Rice Breeding Using Anther Culture ....C. S. Huang, H. S. Tsay, C. G. Chern, C. C. Chen, C. C. Yeh and T. H. Tseng··· 1

Studies on the Occurrence Frequency of Cracked Kernels in Rice·········· C. N. Chao··· 9

Studies on Forcing Culture of Golden Muscat Grapevine (Vitis Vinifera X Vitis Laburusca) Ⅰ. Investigation of Bud Differentiation and Fruitfulness ·········· W. Y. Wang and H. S. Shu···15

A Simple Apparatus for Starch Gel Electrophoresis and its Application in Isozyme Study··········F. C. Chen and H. W. Li···24

Characteristics of Corn Production in the Drained Paddies and their Fertility Managements Ⅰ. Differences of Yield between Crop Seasons and Soils, and the Relevant Factors··········S. Lian and C. H. Wang···32

The Effects of Long-term Pineapple Stubble Mulching on Slopeland Pineapple Orchard··········C. S. Cheng···47

Studies on the Methods of Soil Conservation on Slopeland for Summer Vegetable Production ·········· C. S. Cheng and C. H. Lin···58

Physiologic Races of *Helminthosporium turcicum* in Taiwan··········C. C. Yeh and A. H. Tsai···68

Studies on the Ecology of the Powdery Mildew of Beans ··········L. C. Hsieh, Y. C. Chang and C. C. Chien···76

Estimation of Rice Yield Losses Caused by Panicle Blast Disease ··········W. H. Tsai···86

Action Thresholds for Turnip Aphid and Green Peach Aphic (Homoptera : Aphididae) on Cabbage, Chinese Cabbage and Leaf Mustard·········· H. S. Lee···91

Seasonal Occurrence and Chemical Control of the Citrus Red Mite (*Panonychus citri* (Mc Gregor)) on Carambola·········· H. C. Wen···100

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China

中華郵政中台字第〇三〇九號登記為雜誌交寄